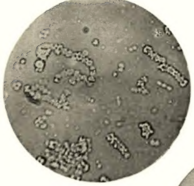


Fig. 1.

Fig. 4.

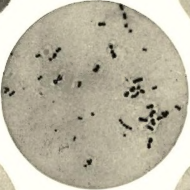


Fig. 3.

Fig. 2.

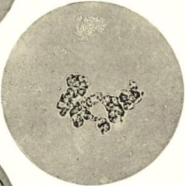
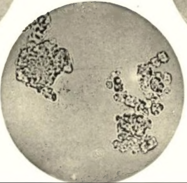


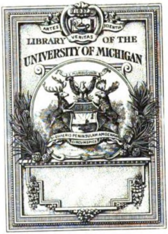
Fig. 5.



Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamte

Germany. K. Gesundheitsamt

Digitized by Google



Digitized by Google

Arbeiten

aus dem

Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)

Achter Band.

Mit 26 Tafeln und in den Text gedruckten Abbildungen.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1893.

Druck von H. S. Hermann in Berlin.

Inhalts-Verzeichniß.

Berichtigung.

Das auf Seite 409 in der „Sammlung von Gutachten über Flußverunreinigung“ abgedruckte Gutachten muß statt der angegebenen Nr. VIII die Nr. IX tragen.

Ergebnisse der Versuche mit Tuberkulin an Rindvieh.

(Hierzu Tafel I—IV.)

Allgemeines.

Nachdem der Vorversuch, welcher im Januar 1891 im Kaiserlichen Gesundheitsamte mit Rücksicht auf die Verwendbarkeit des Tuberkulins zur Feststellung der Tuberkulose (Perlsucht) beim Rindvieh angestellt worden war, zu durchaus befriedigenden Ergebnissen geführt hatte[1]), war es wünschenswerth, das Mittel an einer größeren Zahl von Thieren auf seine Brauchbarkeit in der Praxis zu prüfen. Auf Anregung des Direktors des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Herrn Dr. Köhler, hat der Staatssekretär des Innern, Herr Staatsminister Dr. von Bötticher, die erforderlichen Geldmittel bewilligt und nachfolgenden, unter Betheiligung des Geheimen Medizinalraths, Herrn Professor Dr. R. Koch, aufgestellten Plan für den Versuch genehmigt:

1. Von 8 der Tuberkulose (Perlsucht) verdächtigen und 2 gesunden Stück Rindvieh ist das Körpergewicht, die Körperwärme, die Zahl der Pulse und Athemzüge in der Minute, sowie der sonstige körperliche Zustand vor der Anwendung des Mittels festzustellen.

2. Demnächst erhalten von den 8 verdächtigen Thieren immer je 2 Stück 0,2, 0,3, 0,4 und 0,5 ccm und die beiden gesunden Thiere behufs Kontrole je 0,5 ccm des mit 9 Raumtheilen einer $^1/_2$prozentigen wässerigen Phenollösung verdünnten Tuberkulins unter bestimmten, der Abhaltung von Schädlichkeiten dienenden Vorsichtsmaßregeln unter die Haut am Triel eingespritzt.

3. Nach der Einspritzung sind die Körperwärme, die Zahl der Pulse und Athemzüge in der Minute, die Veränderungen in der Umgegend der Einstichstelle, sowie der sonstige Zustand der betreffenden Thiere alle 3 Stunden festzustellen, und zwar so lange fortgesetzt, bis die etwa eintretenden Reaktionserscheinungen wieder verschwunden, oder andernfalls bis 24 Stunden seit der Einspritzung verflossen sind.

4. Nach Verlauf von 8 bis 10 Tagen wird der Versuch wiederholt, wobei indeß von den verdächtigen Thieren diejenigen mit den schwächeren Dosen behandelt werden, welche beim ersten Versuch die stärkeren Dosen erhalten hatten, und umgekehrt.

5. Ein dritter Versuch nach Ablauf von weiteren 8 bis 10 Tagen und entsprechender Vertheilung der einzelnen Dosen unter den verdächtigen Thieren kann sich anschließen.

6. Sodann werden die Thiere sämmtlich geschlachtet und der anatomische Befund mit besonderer Berücksichtigung der tuberkulösen Veränderungen und der etwa vorhandenen Reaktionserscheinungen festgestellt.

Die Versuche unter 1 bis 6 dienen speziell zur Ermittelung der zweckmäßigsten Dosis, sowie zur wissenschaftlichen Prüfung der Zuverlässigkeit des Mittels bei der Feststellung der Tuberkulose.

[1]) Vergl. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 7. Band S. 200.

7. Gleichzeitig mit diesen Versuchen ist behufs Gewinnung eines umfangreichen Beobachtungsmaterials für die Praxis eine möglichst große Zahl von der Tuberkulose verdächtigen Thieren aus verschiedenen Rindviehbeständen mit je einer nach der Körperschwere und dem sonstigen Zustande ausgewählten, nicht zu geringen Dosis, welche sich innerhalb der oben vorgezeichneten Grenzen bewegt, zu behandeln, und sind die Reaktionserscheinungen in der schon angegebenen Weise regelmäßig festzustellen.

8. Um zu prüfen, ob das Tuberkulin nicht etwa bei anderen Krankheiten ähnliche Reaktionserscheinungen hervorruft, wie bei der Tuberkulose, sind möglichst viele Thiere mit anderen Krankheiten (Aktinomykose ꝛc.) mit in den Versuch hineinzuziehen.

Zu 7 und 8 sind vorwiegend solche Thiere zu verwenden, deren alsbaldige Schlachtung beabsichtigt ist und überwacht wird (z. B. dem Polizeischlachthause überwiesene Thiere auf Schlachthöfen). Die nach der Tödtung festgestellten Ergebnisse sind mit den Erscheinungen am lebenden Thiere in Vergleich zu stellen.

9. Soweit Gelegenheit sich bietet, ist das Tuberkulin auch in ganzen Rindviehbeständen von Gutswirthschaften, Molkereien und Mästereien, sowie bei gesundem Schlachtvieh nach den vorerwähnten Gesichtspunkten anzuwenden.

Die Bedeutsamkeit der Sache hatte die Königlich sächsische und Großherzoglich badische Regierung zu dem Entschlusse geführt, ihrerseits mit ähnlichen Versuchen vorzugehen. Auf die von dort ausgegangene, zunächst durch außerordentliche Mitglieder des Gesundheitsamtes vermittelte Anregung, ist den betreffenden Regierungen der Versuchsplan mitgetheilt und die Beschaffung der erforderlichen Impfflüssigkeit vermittelt worden. Die Ergebnisse der in Dresden angestellten Versuche sind bereits in dem amtlichen Bericht über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen für das Jahr 1890 S. 161 ff. von Siedamgrotzky und Johne veröffentlicht. Die im Auftrage des badischen Ministeriums des Innern in Karlsruhe und Mannheim angestellten Versuche sind im zweiten Theile behandelt.

Erster Theil. Versuche in Berlin.

Berichterstatter:

Regierungsrath **Röckl**, ordentliches Mitglied, und Professor Dr. **Schütz** an der Königl. Thierärztl. Hochschule zu Berlin, außerordentliches Mitglied

des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Die 3 Versuchsreihen sollten womöglich nebeneinander hergehen. Aeußere Umstände, insbesondere die Schwierigkeit der Beschaffung geeigneter Versuchsthiere in der erforderlichen Menge, haben dies nur zum Theil möglich gemacht und überhaupt die Ausführung des Planes etwas verzögert.

Die Thiere der ersten und zweiten Versuchsreihe wurden mit Genehmigung des Königlich preußischen Herrn Ministers für Landwirthschaft ꝛc. in der Königlichen Thierärztlichen Hochschule aufgestellt und auf deren Kosten gefüttert.

Die als der Tuberkulose verdächtig ausgewählten Rindviehstücke gehörten fast durchweg den Landrassen der Niederung an und machten mehr oder minder schon

äußerlich den Eindruck kranker Thiere. Es waren meist ältere, magere Kühe, welche wenig oder keine Milch gaben, blasse Schleimhäute, trockene, lederbündige Haut und rauhe, glanzlose Haare hatten. Viele derselben husteten zeitweilig, mehrere zeigten ein angestrengtes Athmen, einige Anschwellung oberflächlich liegender Lymphdrüsen, Ausflüsse aus der Scheide und Nase, Knoten im Euter; einzelne hatten von Anfang an erhöhte Körperwärme. Die Messungen der Körperwärme, die Feststellung der Zahl der Pulse und Athemzüge, sowie die Eintragungen der Befunde wurden von dem Assistenten an der Thierärztlichen Hochschule, Herrn Casper, vorgenommen oder unter dessen Aufsicht ausgeführt. Das für die Versuche erforderliche Tuberkulin wurde jedesmal kurz vor der Anwendung mit der vorschriftsmäßigen Menge von Phenolwasser verdünnt und mittelst einer 10 ccm fassenden Pravaz'schen Spritze hinter der Schulter in der Nähe des Ellenbogens in das Unterhautzellgewebe eingebracht. Die Spritze, welche in strömendem Wasserdampf desinfizirt war, wurde jedesmal vor und nach ihrer Benützung mit absolutem Alkohol gereinigt. Dagegen ist die Einstichstelle und deren Umgegend einer besonderen Reinigung und Desinfektion nicht unterworfen worden, theils um den Versuch dem Verfahren in der Praxis möglichst anzupassen, theils um die etwa eintretende örtliche Reaktion unbeeinflußt von Nebenumständen zur Geltung gelangen zu lassen. Die vorbereitenden Handlungen und die Einspritzungen wurden gewöhnlich durch Herrn Casper unter Aufsicht von Röckl vorgenommen, der anatomische Befund an den geschlachteten Thieren von Dr. Schütz aufgezeichnet. An dem Nachweis der Bazillen betheiligte sich der Repetitor der genannten Hochschule, Herr Dr. Willach.

Zur dritten Versuchsreihe sind 12 anscheinend gesunde Kühe einer Berliner Milchwirthschaft verwendet worden.

I. Versuchsreihe.

In diese Versuchsreihe sind 10 der Tuberkulose verdächtige und 2 anscheinend gesunde Stück Rindvieh, letztere als Kontrolthiere, eingestellt worden. 11 weitere Stück, welche zu dem Versuche herangezogen waren, wurden wegen fieberhafter Erkrankung als ungeeignet wieder entfernt. Von den Versuchsthieren waren einige aus größeren Rindviehbeständen in der Umgegend von Berlin durch den Professor an der Thierärztlichen Hochschule, Herrn Eggeling, ausgewählt, der größere Theil aber von einem Händler geliefert. Durch den Versuch war beabsichtigt, diejenige Menge von Tuberkulin festzustellen, welche im Stande ist, bei tuberkulösem Rindvieh eine vorübergehende, indeß ausgesprochene Erhöhung der Körperwärme hervorzurufen, und deshalb als die geeignetste für die Praxis sich empfehlen würde. Die zweite Einspritzung, bei welcher stets eine andere Dosis Tuberkulin zu prüfen war als bei der ersten, ist 1 oder 2 Wochen nach dieser vorgenommen worden. Bei einem Versuchsthiere (Nr. 9) folgte 20 Tage nach der zweiten noch eine dritte Einspritzung. Ein Versuchsthier (Nr. 7) ist nach der ersten Einspritzung fieberhaft erkrankt und gestorben. Die 9 übrigen Thiere wurden 1 bis 2 Tage nach der Beendigung des Versuchs im pathologischen Institut der Thierärztlichen Hochschule geschlachtet und sofort zerlegt.

Im Einzelnen gestalten die Ergebnisse sich wie folgt:

Kuh 1, Gewicht 520 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Februar 1891				
25.	8	68	24	38,7
	12	72	20	38,1
	8	68	28	38,3
26.	8	80	28	39,1
	12	72	24	38,4
	8	76	30	39,8
27.	8	68	24	39,0
	12	72	24	39,1
	8	68	20	39,1
28.	8	72	24	39,5
	12	76	20	39,9
	8	68	24	38,9
März 1891				
1.	8	64	26	39,4
	12	68	24	39,0
	8	60	20	38,9
2.	8	56	24	39,8
	12	60	24	39,5
	8	68	24	40,1
3.	8	80	32	39,7
	12	72	28	39,4
*)	8	72	32	40 1
4.	6	80	30	40,1
	9	96	24	40,3
	11	100	24	40,7
	12	92	22	40,6
	2	84	24	40,7
	4	88	28	40,6
	6	80	28	40,1
	8	100	28	39,6
	10	80	28	39,3
5.	6	84	24	39,7
	8	92	28	39,7
	12	84	24	40,0
	8	80	28	40,1
6.	8	88	30	39,2
	12	80	28	39,5
	8	80	28	39,6
März 1891				
7.	8	76	28	39,4
	12	72	24	39,3
	8	76	28	39,7
8.	8	72	24	39,4
	12	76	28	39,5
	8	72	24	39,6
9.	8	80	28	39,3
	12	84	32	39,8
	8	80	32	39,4
10.	8	92	28	39,5
	12	80	28	39,1
	8	76	28	39,7
11.	6	108	36	40,9
	9	100	32	40,8
	12	92	32	40,1
	3	88	32	40,4
	6	84	28	39,2
	8	80	28	38,9
12.	8	80	28	38,9
	12	76	28	38,8
	8	84	24	39,5
13.	8	80	28	39,1
	12	76	28	39,2

Erhielt am 3. März Abends 9 Uhr 0,2 ccm, am 10. März Abends 9 Uhr 0,4 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 13. März.

Tuberkulose des Brust- und Bauchfells; dicke Platten und große Knoten. In der Lunge hirsekorn- bis bohnengroße käsige Knoten, dicht einzeln oder zusammenliegend und durch derbe bindegewebige Züge umschlossen. In der Schleimhaut der Luftröhre und Bronchen Tuberkel. Bronchial- und Mittelfelldrüsen sehr groß, derb und mit Tuberkeln durchsetzt. In der Leber Tuberkel, bis erbsengroß. In den Lymphdrüsen des Gekröses zahlreiche käsige Tuberkel. Die ganze Schleimhaut der verdickten Gebärmutter tuberkulös. Letztere außen weiß. Bazillen nachgewiesen.

Kuh 2, Gewicht 340 kg, (nicht tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Februar 1891				
28.	8	64	28	39,5
März 1891	8	60	24	38,3
1.	12	64	26	38,7
	8	68	24	39,2

*) Ein stärkerer Querstrich scheidet den Tag der Einspritzung von dem der eventuell zu erwartenden Reaktion.

Noch: **Kuh 2,** Gewicht 340 kg, (nicht tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme	Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
März 1891	8	72	18	39,5	März 1891	8	64	24	39,7
2.	12	68	20	39,3	8.	12	64	24	39,3
	8	72	20	40,0		8	68	24	39,7
3.	8	68	24	39,5	9.	8	64	22	39,2
	12	64	20	39,7		12	64	28	39,5
	8	68	20	40,1		8	72	24	39,9
4.	6	80	24	39,5	10.	8	72	20	39,3
	9	72	24	39,7		12	68	24	39,6
	11	64	28	39,3		8	72	24	39,6
	12	68	24	39,4	11.	6	80	24	39,8
	2	64	24	39,8		9	76	24	39,1
	4	76	20	39,6		12	72	20	39,2
	6	68	20	40,1		3	68	24	39,5
	8	76	24	39,9		6	68	20	39,2
	10	72	24	39,9		8	68	24	39,4
5.	6	68	20	39,4	12.	8	72	20	39,2
	8	72	24	39,7		12	68	24	39,4
	12	80	24	39,9		8	64	20	39,2
	8	76	24	39,8	13.	8	64	20	39,4
6.	8	68	20	39,1		12	68	24	39,1
	12	72	24	39,4					
	8	68	24	39,7					
7.	8	64	24	39,7					
	12	68	24	40,1					
	8	64	24	40,2					

Erhielt am 3. März Abends 9 Uhr 0,2 ccm, am 10. März Abends 9 Uhr 0,4 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 13. März. Chronische Pleuritis und Peritonitis. Chronische Entzündung der Gallengänge. Die bindegewebigen Massen wurden auf Tuberkelbazillen untersucht und frei davon befunden. Keine Tuberkulose.

Kuh 3, schwarzweiß mit weißen Beinen und weißem Schwanzansatz, Gewicht 260 kg, (nicht tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme	Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
März 1891					März 1891	8	56	16	39,3
11.	12	64	20	38,1	15.	12	60	16	39,1
	8	60	16	38,6		8	60	16	38,9
12.	8	64	16	38,2	16.	8	60	16	38,8
	12	64	20	38,7		12	64	16	38,6
	8	60	20	38,6		8	60	16	38,9
13.	6	64	20	39,6	17.	8	64	16	39,2
	9	60	32	39,8		12	60	16	39,0
	12	64	32	40,1		8	64	16	38,8
	3	60	32	39,6	18.	8	60	18	39,0
	6	60	28	39,4		12	60	16	38,9
	8	64	16	39,0		8	56	16	38,7
14.	8	60	16	38,7	19.	8	56	14	38,6
	12	60	20	38,5		12	56	16	38,7
	8	56	16	38,7		8	56	16	39,3

Noch: **Kuh 3,** schwarzweiß mit weißen Beinen und weißem Schwanzansatz, Gewicht 260 kg, (nicht tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
März 1891	6	60	24	39,7
20.	9	60	32	39,4
	11	76	40	39,3
	1	72	40	39,6
	3	68	40	**40,0**
	6	64	32	39,4
	8	60	28	39,1

Erhielt am 12. März Abends 9 Uhr 0,5 ccm, am 19. März Abends 9 Uhr 0,2 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 21. März 1891.

Sehr mager. An den Organen der Bauchhöhle keine Abweichungen. Die vorderen Lappen beider Lungen groß, derb und röthlich. Lungenfell dick und weiß. Die Lappen schneiden sich schwer, das interlobuläre und peribronchiale Gewebe dick und weiß, daher der Durchschnitt netzartig. Das alveoläre Gewebe fest, feucht und röthlich. Im hinteren Lappen der rechten Lunge eine kindskopfgroße Höhle, die mit Bronchen in Verbindung steht. Inhalt dünnbreiig, stinkend, weiß. Wände sehr dick, innere grünlich und mit knopfartigen Vorsprüngen besetzt. Ueber der großen Höhle einige kleinere, die zwischen breiten, derben, bindegewebigen Zügen liegen. Im vorderen Theile des linken hinteren Lappens eine faustgroße Höhle von der oben beschriebenen Beschaffenheit. Diese Höhle ist abgeschlossen. Der untere Rand dieses Lungenlappens derb, roth und feucht. Im hinteren Theile des Lappens einige frisch entzündete Stellen: dunkelroth, graumelirt und stellenweise Zerfall. Bronchial- und Mittelfelldrüsen sehr groß und hart. Durchschnitt gelbweiß, mit einzelnen gelben Kalkkörperchen durchsetzt, die sich mit der Messerspitze herausheben lassen. Keine Tuberkelbazillen. Dagegen sehr feine Stäbchen und ovale Kokken von der Gestalt der Hühnercholera-Bakterien. Chronisches fauliges Lungengeschwür.

Kuh 4, Gewicht 405 kg, (gesund). Vgl. Diagramm IV.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
März 1891	12	68	20	38,8
11.	8	64	20	38,4
12.	8	60	20	38,7
	12	56	20	38,6
	8	60	16	38,8
13.	6	60	16	38,7
	9	56	16	38,4
	12	56	16	38,5
	3	52	16	38,4
	6	56	16	38,5
	8	56	14	39,1
14.	8	56	12	38,8
	12	56	14	38,7
	8	60	12	38,5
15.	8	60	12	38,5
	12	64	14	39,0
	8	60	12	38,8
16.	8	56	12	38,7
	12	60	16	38,5
	8	56	12	38,6

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
März 1891	8	56	12	38,5
17.	12	60	12	38,6
	8	56	12	38,7
18.	8	60	12	38,8
	12	64	12	38,7
	8	60	12	38,8
19.	8	60	12	38,7
	12	60	12	38,5
	8	60	12	38,7
20.	6	64	14	38,7
	9	60	16	38,7
	11	64	20	38,8
	1	60	20	38,5
	3	60	20	38,7
	6	60	16	38,6
	8	60	16	38,5

Erhielt am 12. März Abends 9 Uhr 0,5 ccm, am 19. März Abends 9 Uhr 0,2 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 21. März. Gesund.

Kuh 5, grau, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 430 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme	Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891	12	80	16	39,2	April 1891	8	72	16	38,6
14.	8	76	16	38,4	15.	12	72	16	38,8
						8	76	16	38,5

Noch: **Kuh 5,** grau, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 430 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891 16.	8	72	16	38,7
	12	76	16	38,8
	8	72	16	38,8
17.	6	76	16	38,9
	8	76	16	39,5
	10	72	16	39,3
	12	72	16	39,4
	3	80	16	40,0
	6	76	16	39,0
	9	72	16	38,6
18.	8	72	16	38,2
	12	72	16	38,6
	8	72	16	38,5
19.	8	72	16	38,6
	12	68	16	38,7
	8	72	16	38,4
20.	8	72	16	38,6
	12	68	16	38,9
	8	72	16	38,8
21.	8	72	16	38,7
	12	72	16	38,9
	8	76	16	38,8
22.	8	72	16	38,9
	12	72	16	38,6
	8	76	16	38,5
23.	8	72	16	38,6
	12	72	16	38,7
	8	68	16	38,7
24.	6	68	16	39,4
	8	72	16	39,5
	10	72	16	38,6
	12	72	16	38,5
	3	72	16	38,8
	6	72	16	38,5
25.	8	72	16	38,4

Erhielt am 16. April Abends $8^1/_2$ Uhr 0,4 ccm, am 23. April Abends $8^1/_2$ Uhr 0,2 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 25. April.

In der Bauchhöhle der sehr abgemagerten Kuh 5 Liter klarer gelblicher Flüssigkeit. Bauchfell mit traubenförmigen Neubildungen, die zum Theil verkalkt sind, dicht besetzt. Die Gekrös- und Lendendrüsen groß, hart, im Innern viele hirsekorn- bis erbsengroße käsige und zum Theil verkalkte Tuberkel. Magen und Darm unverändert. Gallengänge der Leber weit, Wände verdickt; im Innern kalkige Niederschläge und Leber-Egel (Distomen.) Ferner ist die Leber von weißen Zügen durchsetzt, ihre Oberfläche uneben. Ingleichen findet sich in derselben ein käsiger Hülsenwurm (Echinococcus). Milz nicht verändert, Milzkapsel mit Perlknoten besetzt. In der Gebärmutter eine eiterige, stinkende Flüssigkeit, Wände verdickt und mit käsigen Tuberkeln durchsetzt. Nieren unverändert.

In der Lunge viele grieskorn- bis erbsengroße käsige Tuberkel, die meisten in den Wänden der kleinsten Bronchen. Das umliegende Gewebe luftleer, zusammengefallen (atelektatisch). Die Bronchial- und Mittelfell-Drüsen faustgroß und darüber, Kapseln verdickt, Inhalt käsig und verkalkt. Im Brustfell Perlknoten. In der linken Vor- und Herzkammer die innere Auskleidung verdickt und weiß. Klappen der linken Vor- und Herzkammer verdickt, namentlich am Rande. Luftröhre, Bronchen und Kehlkopf nicht verändert. Die Lymphdrüse des Schlundes gesund.

Tuberkulose der Lungen, der Bronchial- und Mittelfell-Drüsen, des Brust- und Bauchfells, der Gekrösdrüsen und der Gebärmutter. Ein abgestorbener Echinokokkus in der Leber, erweiterte und verdickte Gallengänge und chronische interstitielle Leberentzündung, chronische Endokarditis.

Kuh 6, grauweiß, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 395 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891 14.	12	88	32	39,1
	8	84	32	39,1
15.	8	84	28	38,9
	12	80	28	39,2
	8	84	28	39,1
16.	8	84	28	39,0
	12	84	28	39,1
	8	80	28	39,2
17.	6	84	28	39,3
	8	88	32	40,1
	10	84	32	39,9
	12	88	32	40,3
	3	88	32	40,9
	6	96	36	41,0
	9	92	32	40,3
18.	8	84	28	38,4
	12	80	28	38,9
	8	84	28	38,7

Noch: **Kuh 6**, grauweiß, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 395 kg, (tuberkulös) Vgl. Diagramm I.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891 19.	8	80	28	38,9
	12	84	28	39,2
	8	84	28	39,1
20.	8	80	28	39,2
	12	80	32	39,1
	8	84	32	39,0
21.	8	80	28	39,2
	12	84	28	39,3
	8	80	28	39,0
22.	8	84	28	38,8
	12	80	28	38,5
	8	76	24	38,7
23.	8	76	24	38,8
	12	72	24	38,5
	8	72	24	38,8
24.	6	80	36	39,9
	8	84	40	40,1
	10	80	32	39,4
	12	76	28	40,1
	3	72	28	39,6
	6	72	24	39,7
25.	8	76	24	38,8

Erhielt am 16. April Abends $8^1/_2$ Uhr 0,4 ccm, am 23. April Abends $8^1/_2$ Uhr 0,2 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 25. April.

Die Bronchen in der Lunge stellenweise ausgedehnt, sackartig, cylindrisch und mit schleimig-eitrigen Massen gefüllt. Neben diesen liegen andere, geschwürige, haselnußgroße Höhlen mit käsig-bröckeligem Inhalte. Wände sehr dick. In den Käsemassen Tuberkelbazillen. Die bronchialen und Mittelfell-Drüsen etwas größer und im Gewebe derselben einzelne Tuberkel. Ein Knoten der Bronchialdrüse faustgroß, Kapsel dick, der Inhalt läßt sich als eine abgestorbene Masse im Zusammenhange herausnehmen. Diese Masse ist im Allgemeinen trocken und nur stellenweise flüssig. Tuberkelbazillen enthält die abgestorbene Masse nicht.

In der Leber eine chronische Entzündung der Gallengänge. Letztere erweitert und inkrustirt. Leber stellenweise verhärtet.

Einfache Bronchektasien und Tuberkulose der Lunge, der Bronchial- und Mittelfell-Lymphdrüsen. Nekrose in einem Lymphdrüsenknoten. Chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge.

Kuh 7, roth, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 360 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891 21.	12	64	32	39,2
	8	68	36	38,9
22.	8	68	32	39,0
	12	72	36	39,0
	8	68	32	39,1
23.	8	68	32	39,2
	12	64	32	39,2
	8	68	32	39,4
24.	6	76	60	40,0
	8	80	60	40,3
	10	76	52	39,9
	12	76	52	40,0
	3	76	48	40,0
	6	76	48	39,9
25.	8	76	52	39,4
	12	72	48	39,2
	8	76	44	39,4
26	8	76	48	39,6
	12	72	48	39,4
	8	76	48	39,3
April 1891 27.	8	76	48	39,0
	12	76	44	39,5
	8	76	40	39,4
28.	8	80	36	39,8
	12	76	40	39,6
	8	80	40	39,9
29.	8	80	36	39,6
	12	80	32	39,7
	8	80	32	39,6
30.	8	80	32	39,5
	12	80	32	39,8
	8	80	32	40,0
Mai 1891 1.	8	76	28	39,8
	12	80	28	40,0
	8	76	32	40,2
2.	8	76	32	39,8
6.	8	96	48	39,6
	12	92	48	39,6
7.	8	88	44	39,9

Noch: **Kuh 7**, roth, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 360 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Erhielt am 23. April Abends $8^{1}/_{2}$ Uhr 0,3 ccm Tuberkulin. Gestorben und zerlegt am 10. Mai.

Auf der rechten Lunge eine tellerförmige Neubildung, die an der Oberfläche hügelig ist. Sie steht mit der Lunge durch einen breiten Stiel in Verbindung. Auf dem Durchschnitte grauroth, mit käsigen Einsprengungen. Auf dem vorderen Lappen der linken Lunge zwei flache Neubildungen, die pilzförmig über die Oberfläche sich erheben. Durchschnitt wie bei der großen Neubildung der rechten Lunge. Mehrere traubenförmige Neubildungen an der Rippenwand und am Zwerchfell. Die Bronchial- und Mittelfell-Drüsen feucht und hart, außen glatt, auf dem Durchschnitte mit verkästen und verkalkten Knoten, die stellenweise zusammengeflossen sind. In allen Lungenlappen viele erbsen- bis bohnengroße Knoten, die von Kapseln umschlossen sind. Inhalt lose, zum Theil in Bronchen entleert. Außerdem unzählige grau und graugelbe hirsekorngroße Knötchen, die einzeln oder gehäuft liegen und zwischen denen das Lungengewebe stark geröthet und feucht ist. Ganze Läppchen sind roth und von grauen Knötchen durchsetzt. Die Knötchen liegen um die feineren Bronchen und Alveolargänge. In den Knötchen *viele Tuberkelbazillen*. Milz groß und weich. Leber, Herz, Muskeln und Nieren trüb und grau. *Alte Tuberkulose* der Lunge, des Rippenfells und der Bronchialdrüsen. *Frische Miliar-Tuberkulose* der Lunge und Leber. Hepatitis, Nephritis, Myocarditis und Myositis parenchymatosa.

Kuh 8, hellgrau, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 380 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
April 1891	12	80	14	38,9
21.	8	76	14	38,7
22.	8	72	16	38,7
	12	72	16	38,8
	8	68	16	38,5
23.	8	72	16	38,6
	12	72	16	38,7
	8	72	16	38,7
24.	6	64	14	39,3
	8	60	14	40,1
	10	64	14	40,0
	12	64	14	40,2
	3	64	14	39,6
	6	64	14	39,3
25.	8	60	16	38,4
	12	64	16	38,5
	8	60	16	38,7
26.	8	64	16	38,6
	12	60	16	38,8
	8	64	16	38,7
27.	8	68	16	38,8
	12	64	16	38,6
	8	68	16	38,8
28.	8	64	14	38,5
	12	68	16	38,7
	8	68	16	38,4
29.	8	64	16	38,7
	12	68	16	38,8
	8	64	16	38,9
30.	8	68	16	38,7
	12	64	16	38,8
	8	68	16	38,4
Mai 1891	8	68	16	38,2
1	12	68	16	38,8
	8	68	16	38,5
2.	8	68	16	38,4
6.	8	72	20	38,6
	12	72	20	38,4
7.	8	72	20	38,7
	12	72	20	38,8
	8	68	20	38,5
8.	8	72	16	38,7
	12	68	20	38,6
	8	72	20	38,7
9.	6	80	20	39,0
	8	88	22	39,7
	10	76	20	40,1
	12	76	20	40,0
	3	72	20	39,5
	6	72	20	39,2
10	8	68	16	38,5
11	8	72	16	38,7

Erhielt am 23. April Abends $8^{1}/_{2}$ Uhr 0,3 ccm, am 8. Mai Abends $8^{1}/_{2}$ Uhr 0,5 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 12. Mai.

In der Lunge haselnuß- bis hühnereigroße Käseknoten, von der Größe mehrerer Läppchen; dicke Kapseln um die Knoten. In anderen Knoten läßt sich die käsige Masse nur im Centrum der Läppchen in Form erbsengroßer Herde nachweisen. An einigen Läppchen frische Erkrankung. Zahlreiche Knötchen von Grieskorngröße, einzeln, gehäuft, in der Richtung der feinsten Luftröhrenverzweigungen. Das übrige Gewebe geröthet, luftleer und feucht. In den vergrößerten Bronchial- und Mittelfell-Drüsen frische und verkäste, bis erbsengroße Tuberkel. *Alte und frische Tuberkulose* der Lunge, der Bronchial- und Mittelfell-Drüsen.

Kuh 9, graubunt, Gewicht 460 kg. (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Mai 1891 26.	8	64	16	38,7
27.	8	64	16	38,4
	12	60	16	38,6
	8	64	16	38,6
28.	6	68	16	38,8
	8	72	16	39,1
	10	76	24	40,5
	12	80	28	40,2
	3	80	32	40,0
	6	76	28	39,9
	8	72	28	39,4
29.	8	76	28	38,7
	12	80	28	39,0
	8	76	28	38,7
30.	8	76	28	38,4
	12	64	16	38,3
	8	68	20	38,9
31.	8	64	20	38,5
	12	68	20	38,7
	8	64	20	38,5
Juni 1891 1.	8	64	20	38,3
	12	68	20	38,2
	8	68	20	38,3
2.	8	64	20	38,4
	12	64	16	38,5
	8	60	16	38,3
3.	8	64	16	38,4
	12	64	16	38,6
	8	60	16	38,4
4.	8	64	16	38,4
	12	64	16	38,5
	8	60	16	39,0
5.	8	60	16	38,4
	12	64	16	38,5
	8	60	16	38,6
6.	8	64	16	38,3
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,7
7.	8	64	16	38,5
	12	60	16	38,4
	8	60	16	38,6
8.	8	60	16	38,2
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,7
Juni 1891 9.	8	60	16	38,3
	12	60	16	38,6
	8	60	16	38,5
10.	8	60	16	38,4
	12	60	16	38,5
	8	64	16	38,7
11.	6	60	16	38,6
	8	60	16	38,4
	10	72	20	39,1
	12	72	24	39,0
	3	72	24	39,2
	6	72	20	39,2
	8	68	18	39,0
12.	8	64	16	38,6
	12	64	16	38,3
13.	8	64	16	38,4
	12	60	16	38,6
	8	64	16	38,5
14.	8	68	16	38,6
	12	64	16	38,8
	8	60	16	38,4
15.	8	64	16	38,5
16.	8	60	16	38,7
17.	8	64	16	38,4
	12	60	16	38,6
	8	64	16	38,3
18.	8	60	16	38,5
	12	64	16	38,7
	8	60	16	38,4
19.	8	64	16	38,3
	12	60	16	38,5
	8	64	16	38,4
20.	8	64	16	38,3
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,5
21.	8	64	16	38,3
	12	60	16	38,3
	8	64	16	38,6
22.	8	60	16	38,4
	12	60	16	38,7
	8	64	16	38,5
23.	8	60	16	38,3
	12	64	16	38,6
	8	60	16	38,4

Noch: **Kuh 9,** graubunt, Gewicht 460 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Juni 1891 24.	8	64	16	38,5
25.	8	64	16	38,7
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,8
26.	8	64	16	38,6
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,7
27.	8	64	16	38,5
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,9
28.	8	64	16	38,6
	12	64	16	38,9
	8	64	16	39,2
29.	8	64	16	38,5
	12	64	16	38,7
	8	64	16	39,0
30	8	60	16	38,5
	12	64	16	38,8
	8	64	16	39,0

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Juli 1891	6	68		40,0
1.	8	72	.	40,4
	10	72	.	40,7
	12	68	.	40,1
	3	68	.	39,4
	6	64	20	38,5
	8	64	16	38,8
2.	8	60	16	38,2
	12	60	16	38,4
	8	64	16	38,6

Erhielt am 27. Mai Abends 8½ Uhr 0,5 ccm, am 10 Juni Abends 8½ Uhr 0,3 ccm, am 30. Juni Abends 8 Uhr 0,5 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 3. Juli.

Die hintere Mittelfelldrüse käsig. Der Käse gelb, zum Theil verkalkt; außen eine fibröse Kapsel. Im mittleren Lappen der rechten Lunge eine apfelgroße bronchektatische Höhle, die mit Eiter und Schleim gefüllt ist. Die Schleimhaut der Höhle etwas geröthet. Im hinteren Lappen der rechten Lunge mehrere hirsekorngroße bronchopneumonische Käseknoten. Im Käse Tuberkelbazillen. Die Lebergallengänge stellenweise erweitert und inkrustirt. Wände verdickt. Tuberkulöse Bronchopneumonie. Tuberkulose der hinteren Mittelfelldrüsen. Bronchektatische Höhle. Erweiterung und Inkrustation der Gallengänge.

Kuh 10, weißbunt, Gewicht 395 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Juni 1891	8	84	20	38,3
13.	12	80	18	38,8
	8	74	18	38,5
14.	8	84	20	38,4
	12	72	18	38,7
	8	76	20	38,6
15.	8	80	20	38,3
	12	72	24	38,5
	8	64	20	38,4
16.	8	60	24	38,4
	12	64	24	39,1
	8	64	24	38,9
17.	6	76	32	40,9
	8	72	32	40,7
	10	72	32	40,8
	12	76	28	40,4
	3	72	28	40,0
	6	76	28	40,5
18.	8	72	24	39,0
	12	72	28	39,6
	8	76	24	39,4

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
Juni 1891	8	72	20	39,0
19.	12	64	20	38,5
	8	64	20	38,9
20.	8	64	20	38,9
	12	60	20	38,5
	8	64	20	38,8
21.	8	64	20	38,6
	12	60	20	38,4
	8	64	20	38,7
22.	8	64	20	38,6
	12	64	24	38,9
	8	60	20	39,0
23.	8	68	24	38,8
	12	64	20	38,9
	8	60	20	38,8
24.	8	64	24	39,0
	12	60	24	38,7
	8	64	24	39,1
25.	8	64	24	38,7
	12	60	24	38,9
	8	64	24	39,2

Noch: Kuh **10**, weißbunt, Gewicht 395 kg, (tuberkulös). Vgl. Diagramm II.

Tag	Stunde	Puls	Athmung	Körperwärme
26.	8	64	24	38,6
	12	60	24	38,8
	8	64	24	39,1
27.	8	64	24	38,7
	12	60	24	38,9
	8	64	24	39,3
28.	8	64	24	38,8
	12	64	24	39,0
	8	64	24	39,3
29.	8	64	24	38,8
	12	64	24	39,0
	8	64	24	39,3
30.	8	64	24	38,6
	12	64	24	39,0
	8	64	24	39,3
Juli 1891	6	72	.	40,4
1.	8	72	.	40,5
	10	76	.	40,9
	12	72	.	40,3
	3	72	.	39,7
	6	64	28	38,8
	8	64	28	38,6
2.	8	64	24	38,3
	12	64	24	38,6
	8	64	24	38,8

Erhielt am 16. Juni Abends $8^{1}/_{2}$ Uhr 0,3 ccm, am 30. Juni Abends 8 Uhr 0,5 ccm Tuberkulin. Getödtet und zerlegt am 3. Juli.

In der Lunge viele bronchektatische Höhlen, die mit Schleim und Eiter gefüllt sind. In den Wänden der Höhlen einzelne käsige Tuberkel und Geschwüre mit stark gerötheten Rändern. Ferner ist die Lunge Sitz erbsen- bis hühnereigroßer Käseknoten, welche von bindegewebigen Massen umgeben sind. Die kleineren Knoten liegen in den Läppchen und die bindegewebigen Züge entsprechen dem interstitiellen Gewebe. Die größeren Knoten sind durch Zusammenfließen von kleineren entstanden. Im Käse viele Tuberkelbazillen. In den harten und vergrößerten Bronchial- und Mittelfell-Drüsen viele käsige Tuberkel. In der Leber mehrere wallnußgroße Eiterherde mit dicken Wänden. Inhalt grünlich. Zwerchfell mit der Leber an einer Stelle verwachsen. Gallengänge weit, Wände verdickt. In den Lymphdrüsen des Schlundeskopfes mehrere hirsekorngroße, verkalkte Käseknoten. Im Käse Tuberkelbazillen. Tuberkulös - bronchektatische Höhlen. Tuberkulöse Bronchopneumonie. Tuberkulose der Bronchial- und Mittelfell-Drüsen. Abszesse in der Leber und chronische Entzündung der Gallengänge. Tuberkulose der Lymphdrüsen des Schlundkopfs.

(Vgl. Uebersicht der Ergebnisse der 1. Versuchsreihe S. 14 und 15).

Diese Versuchsreihe ergiebt zunächst, daß 7 Thiere (Nr. 1, 5 bis 10), welche auf die Einspritzung von Tuberkulin durch Erhöhung der Körperwärme deutlich reagirt hatten, tuberkulös, und 2 nicht reagirende Thiere (Nr. 2 und 4) nicht tuberkulös befunden wurden. Ein Thier (Nr. 3) hat zwar reagirt, dagegen gelang es nicht, in dem vorhandenen Lungengeschwür Tuberkelbacillen nachzuweisen. Das Tuberkulin hat somit in 9 von 10 Fällen = 90 pCt. den Erwartungen entsprochen. Es hat sich ferner herausgestellt, daß auf größere Dosen im Allgemeinen eine Reaktion sicherer eintritt als bei kleineren. So haben 0,5 ccm Tuberkulin bei den Thieren Nr. 3, 8 bis 10 ein Ansteigen der Körperwärme um 1,4 bis 1,9 Grad hervorgerufen; 0,4 ccm bei Nr. 1, 5 und 6 eine solche von 1,2 und 1,8; 0,3 ccm bei Nr. 7, 8, 9 und 10 desgleichen von 0,5 bis 1,8; 0,2 ccm bei Nr. 1, 3, 5 und 6 von 0,6 bis 1,3. — Nr. 1, 8 und 10, welche das zweite Mal eine größere Dosis Tuberkulin erhielten, haben daraufhin nicht entsprechend stärker reagirt. Dagegen ist bei Nr. 3, 5, 6 und 9, welche das zweite Mal weniger Tuberkulin erhielten, eine schwächere Reaktion eingetreten.

Nr. 9 hat zweimal auf 0,5 ccm Tuberkulin in fast ganz gleicher Weise reagirt. Bei den nicht tuberkulösen Thieren Nr. 2 und 4 ist nach keiner der beiden Einspritzungen, selbst nicht bei Dosen von 0,5 und 0,4 ccm, die Körperwärme nennenswerth in die Höhe gegangen. Nach diesen Versuchen haben sich somit 0,5 ccm Tuberkulin als die geeignetste Dosis ergeben.

II. Versuchsreihe.

In diese Versuchsreihe wurden 42 der Tuberkulose verdächtige Stück Rindvieh eingestellt; 2 weitere waren mit Strahlenpilzerkrankung (Aktinomykose) behaftet. Der Rindviehgattung nach waren jene 1 Bulle, 5 Ochsen, 2 Fersen und 36 Kühe. Die Thiere sind sämmtlich von dem Departementsthierarzte Herrn Wolff, dem Kreisthierarzte Herrn Waßmann und dem Polizeithierarzte Herrn Siegel aus der Zahl der für das Polizeischlachthaus zu Berlin bestimmten Schlachtthiere, gewöhnlich an den Montagsmärkten, ausgewählt, und von den betreffenden Eigenthümern gegen entsprechende Entschädigung für den Versuch zur Verfügung gestellt worden, nachdem sie mittelst Haaranschnittes an der Brustseite gekennzeichnet waren. Die Thiere wurden 24 Stunden beobachtet und Morgens, Mittags und Abends auf ihre Körperwärme, ferner auf die Zahl der Pulse und Athemzüge untersucht; demnächst wurden sie Abends zwischen 8 und 9 Uhr mit 0,5 ccm Tuberkulin in der angegebenen Weise behandelt. Nur die am 21. April eingestellten Thiere Nr. 15, 32, 39 und 44 erhielten probeweise 0,4 ccm. Am Tage nach der Einspritzung wurde die Körperwärme gewöhnlich von 6 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends, und zwar Vormittags 2stündlich, Nachmittags 3stündlich gemessen und gleichzeitig die Zahl der Pulse und Athemzüge festgestellt. 1 bis 2 Tage später sind die Thiere behufs Abschlachtung in das Polizeischlachthaus abgeholt worden. Die Eingeweide wurden unter genauer Angabe der Nummer des betr. Thieres in das pathologische Institut der Thierärztlichen Hochschule gebracht und dort untersucht. Bei den einzelnen Thieren führte der Versuch zu folgendem Ergebniß:

(Vgl. die Uebersicht S. 16 und 17 ff.).

Uebersicht der Ergebnisse

Nr. des Versuchs-Thieres.	Menge des zur 1. Einspritzung verwendeten Tuberkulins. ccm	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der 1. Einspritzung. °C	Zeit des Eintrittes der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden[1])	Zu- (+) und Ab- (—) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C[2])	Zeit, welche zwischen der 1. u. 2. Einspritzung verstrich. Tage	Menge des zur 2. Einspritzung verwendeten Tuberkulins. ccm	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der 2. Einspritzung. °C
1	0,2	40,7	14	+ 0,6	7	0,4	40,9
2	0,2	40,1	21	± 0,0	7	0,4	39,8
3	0,5	40,1	15	+ 1,4	7	0,2	40,0
4	0,5	39,1	23	+ 0,3	7	0,2	38,8
5	0,4	40,0	12 u. 19	+ 1,2	7	0,2	39,5
6	0,4	41,0	12 u. 22	+ 1,8	7	0,2	40,1
7	0,3	40,3	12	+ 0,9	.	.	.
8	0,3	40,2	16	+ 1,5	15	0,5	40,1
9	0,5	40,5	14	+ 1,9	14 [3]) 20	0,3 0,5	39,2 40,7
10	0,3	40,9	10 u. 14	+ 1,8	14	0,5	40,9

Nr. 1, 2, 6, 7 und 10 hatten bereits vorher hohe Körperwärme. — [1]) Abgerundete Zahlen. — [2]) Dem Vergleiche ist der höchste Stand der

der I. Versuchsreihe.

Zeit des Eintrittes der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden [1])	Zu- (+) und Ab- (—) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C [2])	Tuberkulöser Befund am geschlachteten Thiere.	Anderweitiger Befund am geschlachteten Thiere.	Bemerkungen.
9	+ 1,2	Ausgebreitete Tuberkulose.*)	.	*) Bazillen.
9	+ 0,2	.	Chronische Entzündung des Brust- und Bauchfelles sowie der Gallengänge.**)	**) Keine Bazillen.
18	+ 0,7	.	Chronisches fauliges Lungengeschwür.**) Kalkörnchen in Lymphdrüsen.	**) Desgl., dagegen Kokken.
14	+ 0,1	.	.	Gesund.
12	+ 0,8	Ausgebreitete Tuberkulose.	Chron. Entzündung der Gallengänge und des Herzens. Echinokokken.	.
12 u. 16	+ 1,3	Lunge,*) Lymphdrüsen.**)	Chron. Entzünd. der Gallengänge.	*) Bazillen. **) Keine Bazillen.
.	.	Alte Tuberkulose u. frische Miliartuberkulose.*)	Leber-, Nieren-, Herz- u. Muskelentzündung.	Gestorben am 17. Tage nach der Einspritzung. *) Bazillen.
14	+ 1,4	Lunge und Lymphdrüsen.	.	.
19 14	+ 0,5 + 1,7	Desgl.*)	Chron. Entzündung der Gallengänge.	*) Bazillen.
14	+ 1,6	Desgl.*)	Desgl.	*) Desgl.

Körperwärme am vorhergehenden Tage zu Grunde gelegt. — [2]) Zwischen der zweiten und dritten Einspritzung.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
1	**Grau u. weiß** gefleckter Ochse. Gewicht 695 kg. Vgl. Diagramm IV.	**9./3. 91** 9 Uhr Abends 0,5 ccm	1.–4. Tag 8./3. bis 11./3.	W.	38,6	38,5	38,7	38,8	38,7	39,0	—	39,2	39,2	39,2	[1])38,8	[2])39,0	38,7
				P.	56	52	52	52	52	52	—	48	48	48	[1])48	[2])48	48
				A.	14	12	16	12	14	14	—	14	12	12	[1])12	[2])12	12
2	Schwarz und weiß gefleckte Kuh. Gewicht 300 kg. Vgl. Diagramm VI.	10./3. 91 9 Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 9. 3. bis 11. 3.	W.	38,9	38,7	38,6	38,7	39,6	[3])39,4	—	39,7	39,5	39,1		—	—
				P.	64	68	72	68	64	[3])68	—	64	68	64	—	—	—
				A.	20	20	20	20	20	[3])20		20	20	20	—	—	—
3	Schwarz und weiß gefleckte Kuh. Gewicht 400 kg. Vgl. Diagramm VI.	10. 3. 91 9 Uhr Abends 0,5 ccm	1.–3. Tag 9. 3. bis 11. 3	W.	39,0	38,9	38,7	39,3	41,0	[4])41,3	—	41,2	40,0	39,3	—	—	—
				P.	60	60	64	64	76	[4])76	—	72	76	72	—		—
				A.	16	16	20	16	36	[4])40	—	44	36	28	—	—	—
4	Grau und weiß gefleckte Kuh. Gewicht 415 kg. Vgl. Diagramm VI.	17. 3. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–4. Tag 17. 3. bis 19. 3	W.	—	38,4	38,5	39,0	39,1	[5])39,8	—	40,0	39,5	40,1	39,7	38,8	—
				P.		80	76	72	80	[5])80	—	80	76	76	72	72	—
				A.	—	16	16	16	16	[5])16		16	16	16	16	16	—
5	Schwarz und weiß gefleckte Kuh. Gewicht 380 kg. Vgl. Diagramm VI.	17./3. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–4. Tag 17. 3. bis 19. 3.	W.	—	38,5	38,6	38,9	41,0	[6])41,4	—	40,5	39,8	38,8	38,6	39,4	—
				P.		60	64	68	84	[6])80	—	88	80	80	72	68	—
				A.	—	24	21	20	24	[6])20	—	48	32	36	32	24	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
12./3.	Lunge und Herz am 13./3. (Keine Erkrankungen der Schlundkopf- und Gekrös-Drüsen sowie der serösen Häute der Brust- und Bauchhöhle Waßmann).*)	In der Lunge zahlreiche erbsen- bis bohnengroße Höhlen, Inhalt käsig und trocken. Wand dick, innen roth und glatt, außen weiß. In vielen Höhlen läßt sich der Inhalt leicht herausheben und bleibt eine glatte Wand zurück. Inhalt besteht aus Resten der Thierblase (Echinokokken). Wenige Höhlen enthalten einen Inhalt, der nicht herauszuheben ist. Wand zum Theil käsig (Tuberkel). In dem Tuberkel Bazillen nachgewiesen. Echinokokken vereinzelt. Die Bronchial- und Mittelfell-Drüsen gesund. Am Herzen und an dem Herzbeutel keine Abweichungen. Abgelaufener Fall. Drüsen gesund.	In der Zeit vom 7./3. 8 Uhr Morgens bis 8./3. 12 Uhr Mittags haben gleichfalls Messungen stattgefunden: Temper. 38,1—39,0, Puls 52—56, Athm. 14—16 Am 10./3 sind noch Messungen vorgenommen worden um 7, 8, 11 u. 1 Uhr Mittags: Temp. 38,9—39,3, Puls 48—50, Athm. 12 [1]) Um 8 Uhr. [2]) Um 6 Uhr.
13./3.	Kopf, Lunge, Leber, Milz, Gedärme und Gekröse, Pansen, Theil der rechten Brust- und Bauchseite, am 14./3.	Tuberkulöse Entzündung des Brust- und Bauchfelles. Im Netz und in dem Gekröse zahlreiche käsige und verkalkte Tuberkel. Einzelne Tuberkel in den Gekrösdrüsen. Leberüberzug mit Tuberkeln besetzt. Auch Tuberkel in der Leber. In der Lunge sehr viele verkäste und verkalkte Tuberkel. Auch die Bronchial- und Mittelfelldrüsen enthalten viele verkalkte Tuberkel. Einige Tuberkel in den Lymphdrüsen hinter dem Schlundkopf. Nirgends Schmelzung. Bazillen nachgewiesen.	[3]) Um 9 Uhr.
13./3.	Kopf, Lunge, Milz, Leber, Gekröse. (Tuberkulose Auflagerungen an den serösen Häuten der Brust- und Bauchwand nicht vorhanden. Waßmann).	Tuberkulöse Höhlen in den hinteren Lappen der Lunge. Dicke Wände, innen glatt und röthlich. Inhalt weich und käsig. In dem übrigen Lungentheile einige, bis erbsengroße käsige und verkalkte Tuberkel; ebenso in den Bronchialdrüsen. Herz- und Herzbeutel gesund. In der Leber chronische Entzündung der Gallengänge. Die Lymphdrüsen hinter dem Schlundkopfe gesund. Einige Tuberkel in den Gekrösdrüsen. Bazillen nachgewiesen.	[4]) Um 9 Uhr.
19./3.	Lunge, Mittelfelldrüsen, Gekrös- und Schlundkopfdrüsen, Theil der linken Brustseite. (Rechte Brustseite nicht erkrankt. Waßmann.)	Das Brustfell mit Perlknoten besetzt, traubenförmig, auch Platten. In der Lunge, namentlich in den hinteren Lappen derselben erbsen- bis faustgroße trockene Käseknoten. Die größeren im Innern weich. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen groß, fest und mit hirsekorngroßen Knoten durchsetzt. In der Schleimhaut der Luftröhre und Bronchen Tuberkel, Geschwüre und Narben.	[5]) Um 9 Uhr.
19./3.	Lunge, Mittelfell-, Gekrös-, Schlundkopf- und Leber-Lymphdrüsen, Theile der rechten Brustseite (linke Seite gleichfalls, aber im geringeren Grade erkrankt. Waßmann).	Brustfell mit großen Knoten und Platten besetzt, die aus Tuberkeln bestehen. Letztere käsig und verkalkt. Die Lunge Sitz kopfgroßer Geschwülste, die hart, käsig und meist trocken sind. Sie bestehen aus Lappen, die durch weiße Züge getrennt sind. Lappen entsprechen in Ausdehnung den Läppchen der Lunge. Bronchial- und Mittelfelldrüsen sehr groß und gleichmäßig käsig. In der Schleimhaut der Luftröhre und Bronchen, Tuberkel, Geschwüre und Narben. Tuberkulose der Lunge, Bronchen, Luftröhre, Brustfell- und Lymphdrüsen der Brusthöhle und Leberpforte. Letztere vergrößert und gleichmäßig käsig.	[6]) Um 9 Uhr.

*) Die hier und in den folgenden Nummern in Klammern mitgetheilten Notizen stammen von dem Kgl. Kreis-Thierarzte Herrn Waßmann.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		1. Tag 8 Uhr Abds	2. Tag 8 Uhr	2. Tag 12 Uhr	2. Tag 8 Uhr	3. Tag 6 Uhr	3. Tag 8 Uhr	3. Tag 10 Uhr	3. Tag 12 Uhr	3. Tag 3 Uhr	3. Tag 6 Uhr	3. Tag 9 Uhr	4. Tag 8 Uhr	4. Tag 12 Uhr
					Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
6	Graubunte Kuh mit Stern, vier weiße Beine, 6 Jahre alt. Gewicht 390 kg. Vgl. Diagramm VII.	24./3. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 23./3. bis 26./3.	W.	39,2	38,6	38,4	39,5	39,6	39,8	—	[1]40,1	[1]40,4	[1]40,2	[1]39,6	38,7	38,6
				P.	72	72	72	76	80	80	—	[1]68	[1]64	[1]64	[1]60	64	64
				A.	16	16	14	16	16	16	—	[1]20	[1]20	[1]20	[1]20	20	20
7	Weiße Kuh, mit schwarz. Flecken, Gewicht 454 kg. Vgl. Diagamm IV.	1./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 31./3 bis 2./4.	W.	38,5	38,5	38,6	38,7	40,2	40,5	39,9	39,9	39,5	39,4	—	—	—
				P.	60	56	60	56	68	72	68	64	60	60	—	—	—
				A.	16	12	12	12	16	16	16	16	16	16	—	—	—
8	Schwarze Kuh mit weißen Flecken; Hornbrand rechts 85, links 20. Gewicht 450 kg. Vgl. Diagranun IV.	1./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 31./3. bis 2./4.	W.	38,6	38,7	38,4	38,6	40,1	40,9	40,1	40,8	40,2	39,7	—	—	—
				P.	64	60	56	60	72	76	72	68	64	64	—	—	—
				A.	16	16	12	12	16	20	20	20	20	16	—	—	—
9	Rothe Kuh mit weißem Bauch, Hornbrand rechts 6. Gewicht 465 kg. Vgl. Diagramm IV.	1./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 31./3. bis 2./4.	W.	39,1	38,4	38,7	38,4	40,3	40,6	40,2	40,0	39,7	39,4	—	—	—
				P.	60	60	60	56	64	72	68	68	68	64	—	—	—
				A.	16	16	16	12	16	24	20	20	16	16	—	—	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
29. 3.	Ein Theil der Rippenwandung, die Lunge mit Drüsen, Gekröse, beide Nieren, am 31./3.	In der Lunge bronchektatische Höhlen, die mit schleimig-eiteriger Flüssigkeit gefüllt sind. In den Wänden der Höhlen Tuberkel und Geschwüre. Ferner eine große Menge von Käseknoten, hirsekorn- bis wallnußgroß in der Lunge. Inhalt trocken, gelb, zum Theil verkalkt. Um den käsigen Inhalt derbe, fibröse, weiße Kapseln. In der Schleimhaut der Bronchen und Luftröhre Tuberkel, Geschwüre und Narben. Rippenfell mit Perlknoten besetzt. Die Mittelfell-, Bronchial- und Hals-Lymphdrüsen groß, hart und mit Tuberkeln durchsetzt; ebenso die Gekrösdrüsen Euter mit Tuberkeln durchsetzt; die in der Nähe desselben gelegenen Lymphdrüsen tuberkulös. Im Käse Tuberkelbazillen. Allgemeine Tuberkulose.	[1]) Die Messungen haben eine Stunde früher stattgefunden als in der Ueberschrift angegeben ist.
4. 4.	Lunge mit Drüsen, Gekröse und Gebärmutter, Kopf, Leber, rechte Rippenpartie mit Zwerchfell und Niere, Brustbein; Theil des Zwerchfells der linken Seite, am 5./4.	In der Lunge sehr viele Käseknoten, die meisten erbsengroß, andere erreichen den Umfang einer Faust. Im Knoten eine schleimig-eiterige Masse, darum Käse und ganz außen eine fibröse Kapsel. In der Schleimhaut der Luftröhre Narben. In der Schleimhaut des linken Bronchus einige verkäste Tuberkel. In den Bronchial- und Mittelfelldrüsen bis wallnußgroße Käseknoten. Herz und Herzbeutel gesund. Im Rippenfell viele bis wallnußgroße Käseknoten, von fibrösen Kapseln umschlossen. Die Gekrösdrüsen von verkästen Knoten durchsetzt. Gebärmutter und Nieren gesund. In der Leber viele von festen Kapseln umschlossene käsige Knoten. Die um den Schlundkopf gelegenen Lymphdrüsen groß, fest und von käsigen Tuberkeln durchsetzt. Tuberkelbazillen in den käsigen Massen der Lunge nachgewiesen. Allgemeine Tuberkulose. Beginn der Erkrankung in der Lunge.	
4. 4.	Lunge mit Drüsen, Kopf, Gekröse und Gebärmutter, Leber und Milz, rechte Rippenpartie mit einem Theil des Brustbeines, Beckenstück derselben Seite mit Tuberkelansatz, Theile der linken Brustseite, am 5./4.	In der Lunge faust- bis kopfgroße harte Stellen, die auf dem Durchschnitte durch weiße fibröse Züge in Unterabtheilungen zerlegt sind. Das Gewebe zwischen den Zügen käsig und verkalkt. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen sehr groß und gleichmäßig käsig. Kapseln verdickt. In der Schleimhaut der Luftröhre und Bronchen Narben, Tuberkeln und Geschwüre. Einige Tuberkeln in der Schleimhaut des Kehlkopfes. Die um den Schlundkopf gelegenen Lymphdrüsen tuberkulös. In den Gekrösdrüsen nur wenige Tuberkel. Milz gesund. In der Leber viele abgestorbene und verkäste Echinokokken. An dem Brustfelle viele Tuberkeln. An der hinteren Fläche des Zwerchfelles ein abgekapselter Abszeß. Die Nieren gesund. Gebärmutterschleimhaut mit Tuberkeln besetzt. Herz und Herzbeutel gesund. In den käsigen Massen der Lungen Tuberkelbazillen. Umfangreiche Tuberkulose der Respirationsorgane mit metastatischer Erkrankung der Gekrös- und Schlundkopf-Lymphdrüsen. Verkäste Echinokokken.	
4./4.	Lunge mit Drüsen, Gekröse, Gebärmutter, Kopf, Theile des Brustbeins mit Rippenenden, am 5./4.	In der Lunge nur wenige erbsen- bis bohnengroße käsige Knoten, die zum Theil verkalkt sind. Ebenso in den bronchialen Lymphdrüsen, dagegen ist die Rippenwand ziemlich allgemein mit vereinzelt stehenden oder großen zusammenhängenden tuberkulösen Neubildungen besetzt. Herz und Herzbeutel gesund. Die Gekrösdrüsen normal, die Lymphdrüsen des Schlundkopfes groß, hart, käsig und zum Theil verkalkt. Tuberkulose der Lunge, Bronchial- und Schlundkopfdrüsen sowie des Brustfells.	

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds.	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
10	Hellgelber Ochse, im linken Horn W. VI eingebrannt, ca 8 Jahre alt. Gewicht 580 kg. Vgl. Diagramm VIII.	7./4. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 6./4. bis 9./4.	W.	39,0	38,6	38,8	38,7	39,9	40,3	40,3	40,1	39,5	39,2	1)38,9	38,8	—
				P.	68	68	64	64	68	68	68	68	68	68	1)68	68	—
				A.	20	16	16	16	16	20	20	20	20	20	1)20	20	—
11	Schwarzbunte Kuh, ca. 10 Jahre alt, Gewicht 420 kg. Vgl. Diagramm IX.	14./4. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4 Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,3	39,0	38,7	39,1	39,6	40,0	40,4	40,1	40,1	39,5	38,5	—
				P.	—	72	68	68	68	68	72	72	68	68	68	68	—
				A.	—	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	16	—
12	Dunkelrothe Kuh, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 400 kg. Vgl. Diagramm IX.	14./4. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,4	38,9	39,1	40,6	40,6	40,7	40,7	40,2	39,6	39,1	39,0	—
				P.	—	76	76	72	76	84	80	80	76	72	76	72	—
				A.	—	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	20	—
13	Weißschwarze Kuh, ca. 11 Jahre alt, Gewicht 465 kg. Vgl. Diagramm IX.	14./4. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,4	38,6	38,9	41,7	41,4	41,1	40,9	40,9	40,6	40,0	38,8	—
				P.	—	60	64	60	80	88	80	80	72	76	72	64	—
				A.	—	14	16	16	28	32	28	28	24	28	24	20	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
10./4.	Lunge mit Luftröhre und Drüsen, Kopf, Gekröse, Leber und Theile des Zwerchfelles.	In dem vorderen Lappen des linken Lungenflügels zahlreiche bronchektatische Höhlen, die mit schleimig-eiteriger Masse gefüllt sind. In den Wänden der Höhlen Knoten und Geschwüre, die Knoten käsig. Außerdem ist die Lunge von vielen erbsen- bis faustgroßen Knoten durchsetzt, die trockenen oder flüssigen Käse enthalten. Einzelne Knoten verkalkt. In der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und Bronchen viele Tuberkel und Geschwüre. In den Bronchial- und Mittelfelldrüsen Käseknoten; ebenso in den Lymphdrüsen des Schlundkopfes; die Gekrösdrüsen gesund. Brustfell mit Tuberkeln besetzt. Bauchfell normal. In der Leber viele Abszesse mit dicken Wänden, einzelne multiloculär. Tuberkulose der Lunge und des Brustfelles. Bronchektasien. Abszesse in der Leber.	Ferner haben Messungen stattgefunden am 6./4. 12 Uhr Mittags: W. 39,2 P. 72, A. 20. [1]) Um 8 Uhr.
17./4.	Lunge mit Drüsen, Gekröse, Leber, Kopf und Gebärmutter, am 18./4.	In der Lunge mehrere bronchopneumonische Herde. Meist liegen die Herde gruppenweise. Inhalt käsig, weich. In den käsigen Massen viele Tuberkelbazillen. Ein lebender Echinokokkus im vorderen Lappen des linken Lungenflügels. In der Luftröhre einige Narben und ein Geschwür. In den Bronchial- und Mittelfelldrüsen viele hirsekorngroße Kalkknoten, aus den Höhlen leicht herauszunehmen. Wände glatt. In den Knoten keine Tuberkelbazillen. Herz normal In der Leber ein abgestorbener Echinokokkus. In der Schleimhaut der Gebärmutter zwei hirsekorngroße käsige Knoten. In den Knoten psorospermienartige Körper aber keine Tuberkelbazillen. Kehlkopf und Luftröhre normal. Die Lymphdrüsen am Schlundkopfe gesund. Primäre Lungentuberkulose.	
17./4.	Lunge mit Drüsen, Herz und Herzbeutel, Gekröse, Kopf, linke Brust- und Bauchseite, Gebärmutter am 18./4. (Rechtsseitig Erkrankung im geringeren Grade. Waßmann.)	In der Lunge faust- bis kopfgroße verkäste und verkalkte Stellen, die von breiten weißen fibrösen Zügen durchsetzt werden. Auch das Lungenfell mit Perlknoten besetzt. In den käsigen Massen zahlreiche Tuberkelbazillen. Der ganze Herzbeutel mit einer markigen Neubildung gefüllt. Neubildung weiß bis röthlich-gelb, kleinzelliges Sarkom (Sarcoma medullare). Letztere 6—8 cm dick. Die Massen theils käsig, theils verkalkt. Herz normal. Die Bronchial-, Mittelfell- und Schlundkopfdrüsen von verkästen und verkalkten Tuberkeln durchsetzt. Rippenfell mit Tuberkeln (traubenförmig) besetzt. Am Bauchfelle viele käsige und verkalkte Tuberkel. Die Gekrösdrüsen fast ganz käsig. Milzkapsel und Leberkapsel mit Tuberkeln besetzt. Die Lebergallengänge weit, inkrustirt und Wände verdickt. Weiße Züge und Inseln im Parenchym. In der Schleimhaut der Gebärmutter viele grieskorngroße Tuberkel. In letzteren viele Tuberkelbazillen. Allgemeine Tuberkulose. Chronische Entzündung der Gallengänge	
17./4.	Lunge, Leber, Kopf, Gebärmutter, Theile der Brust mit 1. Rippe, am 18./4.	In der Lunge viele kleinere und größere, mit weichem Käse erfüllte und von dicken Wänden umgebene Höhlen, die einzeln oder gehäuft aneinander liegen. Die Bronchial-, Mittelfell- und Schlundkopf-Lymphdrüsen groß, hart, im Innern viele Käseknoten. Die linken Achseldrüsen käsig. In den Gekrösdrüsen keine Abweichungen. Herz und Milz gesund. In der Leber wenige abgestorbene Echinokokken und erweiterte, inkrustirte Gallengänge. Wände der letzteren sehr dick und weiß. In den Lungenknoten viele Tuberkelbazillen. Tuberkulose der Lunge und der Bronchial-, Mittelfell- und Schlundkopf-Lymphdrüsen. Abgestorbene Echinokokken in der Leber und chronische Entzündung der Gallengänge.	

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
14	Schwarzbunter Ochse, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 600 kg. Vgl. Diagramm IX.	14./4. 91 8½ Uhr Abends 0.5 ccm	2.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,6	38,7	38,7	39,5	39,6	39,7	39,7	39,7	39,1	39,0	38,4	—
				P.	—	64	60	64	64	64	64	64	60	64	64	60	—
				A.	—	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—
15	Schwarzbunte Kuh, ca. 5 Jahre alt (Milchkuh), Gewicht 350 kg. Vgl. Diagramm VIII.	21./4. 91 8½ Uhr Abends 0,4 ccm	2.—4. Tag 21./4. bis 23./4.	W.	—	[illegible]	38,7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	39,6	39,2	38,8	[1])38,7	38,4	—
				P.		68	64	68	68	68	64	64	68	68	[1])68	64	—
				A.	—	16	16	14	16	16	16	16	14	16	[1])16	16	—
16	Rothe Kuh, ca. 12 Jahre alt, Gewicht 380 kg. Vgl. Diagramm V.	28./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 28./4. bis 30./4.	W.	—	38,9	38,7	38,6	39,0	39,0	39,5	40,0	40,1	40,1	40,4	39,2	—
				P.	—	56	60	60	68	64	68	68	68	68	64	64	—
				A.	—	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—
17	Rothbunte Kuh, ca. 6 Jahre alt, Gewicht 360 kg. Vgl. Diagramm V.	28./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 28./4. bis 30./4.	W.	—	38,9	38,5	38,5	39,7	39,8	39,1	39,7	39,6	39,7	39,6	39,1	—
				P.		56	60	60	64	64	64	68	64	64	64	64	—
				A.	—	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
17./4.	Lunge, Leber, Gekröse, Theile der rechten Brustseite, Nieren am 18./4. (linke Brustseite nicht erkrankt. Waßmann).	In der Lunge viele hirsekorn- bis erbsengroße verkäste Tuberkel. In den Bronchen tuberkulöse Geschwüre mit hämorrhagischen Rändern. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen von einigen Tuberkeln durchsetzt. Auch die Schlundkopf-Lymphdrüsen enthalten käsige Tuberkel. In der Leber abgestorbene Echinokokken. Gallengänge weit und Wände verdickt. Die Gekrösdrüsen verkäst und verkalkt. In den Lungenknoten Tuberkelbazillen. Tuberkulose der Lunge, der Bronchial-, Mittelfell-, Schlundkopf- und Gekrösdrüsen. Abgestorbene Echinokokken in der Leber und chronische Entzündung der Lebergallengänge.	
23./4.	Lunge, Gekröse, Kopf, Leber, Gebärmutter, Milz und Theile des Halses.	In der Lunge viele trockene Käseknoten, die von dicken weißen Kapseln umschlossen werden. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen enthalten zahlreiche hirsekorn- bis erbsengroße käsige Tuberkel. Die Drüsen sehr groß und hart. In den käsigen Massen einer Lymphdrüse Tuberkelbazillen. Die Gekrös- und Schlundkopfdrüsen gesund. Die Gallengänge erweitert und inkrustirt mit Kalksalzen. Wände verdickt, von ihnen ziehen viele weiße Streifen in die Lebersubstanz. Gebärmutter unverändert. Tuberkulose der Lunge, der Bronchial- und Mittelfelldrüsen. Chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge.	[1]) Um 8 Uhr.
30./4.	Ein Theil der linksseitigen Rippenpartie.	In der Lunge mehrere abgestorbene Echinokokken. Die letzteren theils käsig, theils verkalkt und von dicken Kapseln umschlossen. Ferner werden in der Lunge viele hirsekorn- bis erbsengroße käsige Knoten ermittelt, welche um die Endverzweigungen der Bronchen liegen. Das Gewebe um die Knoten atelektatisch. Die käsigen Massen enthalten Tuberkelbazillen. In der Schleimhaut eines Bronchus des linken Lungenflügels ein linsengroßes tuberkulöses Geschwür. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen nicht verändert. In der Leber mehrere abgestorbene, verkäste und verkalkte Echinokokken. Gallengänge erweitert und verdickt. Im Innern Konkremente und einige Leberegel. Frische Lungentuberkulose und abgestorbene Echinokokken. Chronische Entzündung der Gallengänge.	Am 29./4. Nachts 12 Uhr hat gleichfalls eine Messung stattgefunden: W. 39,6, P. 68, A. 16.
30./4.	Linke Bauchseite.	In der Lunge einige lebende Echinokokken, ferner im linken vorderen Lungenflügel zwei erbsengroße und im rechten hinteren Lungenflügel ein haselnußgroßer Knoten. Inhalt der ersteren trocken und käsig, des letzteren weich. Um den Inhalt eine fibröse dicke Kapsel. Im Käse sehr wenige Tuberkelbazillen. — Bronchial- und Mittelfelldrüsen gesund, Bauchfell mit fibrösen Knoten und Anhängen besetzt. Die Gekrös-, Lenden- und Leistendrüsen gesund. Gallengänge erweitert, Wände verdickt, innen inkrustirt. Abgeschlossene lokale Tuberkulose der Lunge. Frische Echinokokken in der letzteren. Chronische Bauchfellentzündung. Chronische Entzündung der Gallengänge.	Wie bei Nr. 16: W. 39,3 P. 68, A. 16.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds.	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
18	Rothbunte Ferse, ca. 2½ Jahre alt, Gewicht 295 kg. Vgl. Diagramm V.	28./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–4. Tag 28./4 bis 30./4.	W.	—	38,9	39,0	39,2	40,7	40,3	40,1	40,5	40,5	40,5	40,9	40,8	40,6
				P.	—	80	76	80	88	100	108	100	101	100	104	92	100
				A.	—	32	32	40	48	60	64	60	64	60	60	56	60
19	Schwarzbunte Kuh, ca. 10 Jahre alt, Gewicht 425 kg. Vgl. Diagramm V.	5./5. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–4. Tag 5./5. bis 7./5.	W.	—	38,5	38,4	38,5	39,4	40,0	40,4	40,5	39,7	39,5	39,0	38,6	—
				P.	—	68	68	64	72	64	68	64	68	64	64	64	—
				A.	—	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	—
20	Weißrothe Kuh, 10 Jahre alt, Gewicht 385 kg. Vgl. Diagramm X.	12./5. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–3. Tag 12./5. und 13./5.	W.	—	38,9	39,1	39,0	39,7	40,3	40,2	40,2	39,4	39,0	—	—	—
				P.	—	60	56	60	64	72	68	68	68	64	—	—	—
				A.	—	16	16	16	16	20	24	20	20	20	—	—	—
21	Schwarzweiße Kuh, 7 Jahre alt, Gewicht 520 kg. Vgl. Diagramm X.	12./5. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.–3. Tag 12./5. und 13./5.	W.	—	38,3	38,1	39,1	40,6	41,1	40,1	40,0	39,3	38,4	—	—	—
				P.	—	54	60	64	80	88	88	84	84	80	—	—	—
				A.	—	12	16	16	26	40	36	36	32	28	—	—	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
1. 5.	Linke Brustseite, sowie sämmtliche Organe, am 2./5.	Das Rippen- und Lungenfell mit verkästen und verkalkten Knoten besetzt, die traubenförmig angeordnet sind. Viele Knoten hasel- bis wallnußgroß. Auch in der Lunge viele verkalkte Knoten, bis bohnengroß und von Kapseln umschlossen. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen faustgroß, hart, theils verkäst, theils verkalkt und von grauweißen Zügen durchsetzt. Herzbeutel obliteriert, zwischen den Blättern des Herzbeutels zahlreiche graurothe Herde, in denen theils verkäste, theils verkalkte Knoten liegen. In den Nieren einige grieskorngroße verkäste Herde, ebenso in den Gekrösdrüsen. Tuberkulose des Brustfelles, der Lunge, des Herzbeutels, der Bronchial- und Mittelfelldrüsen. Einige Tuberkel in den Gekrösdrüsen und Nieren.	Außerdem haben Messungen stattgefunden am 29./4. Nachts 12 Uhr: W. 41,1, P. 96, A. 56. 30./4. Abds. 8 Uhr: W. 41,0, P. 104, A. 60. 1./5. Abds. 8 Uhr: W. 39,6, P. 92, A. 52. 1./5. Nachts 12 Uhr: W. 39,5, P. 92, A. 52. 1/5. Abds. 8 Uhr: W. 39,9, P. 92, A. 48. 2./5. Morg. 8 Uhr: W. 39,6, P. 96, A. 48.
7. 5.	Lunge, Herz, Gekröse, Euter, Gebärmutter, Nieren, Kopf mit Zunge, Leber, am 8./5.	In der Lunge viele große Knoten und Höhlen, die ersteren enthalten im Centrum eine trockene käsige Masse und bestehen in der Peripherie aus fibrösem Gewebe, welches außen allmählig in die Lungensubstanz übergeht. Die Höhlen bestehen aus kleineren Abtheilungen, die untereinander in Verbindung stehen und mit flüssigem Käse gefüllt sind. Im flüssigen Käse sehr viele Tuberkelbazillen. Wände der Höhlen derb, 0,5 cm dick, innen glatt. In der Schleimhaut eines Bronchus einige Tuberkel. Brustfell mit unzähligen Tuberkeln besetzt; einzelne reihenweise angeordnet und gehäuft. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen mit einigen käsigen Tuberkeln durchsetzt. In den Gekrösdrüsen mehrere hirsekorngroße käsige Tuberkel. Im linken hinteren Euterviertel, welches fest, weiß und schwer schneidbar ist, viele käsige Tuberkel. Gallengänge der Leber weit und infrustirt. Wände verdickt. Tuberkulose der Lunge, des Brustfelles, der Bronchial- und Mittelfelldrüsen. Tuberkel in den Gekrösdrüsen und im Euter. Chronische Entzündung mit Erweiterung und Infrustation der Gallengänge. Chronische interstitielle Leberentzündung.	
14. 5.	Lunge, Herz, Leber, Euter, Kopf, Halsorgane, Milz, Gekröse, am 15./5.	Lunge unverändert. Bronchial- und Mittelfelldrüsen sehr groß und hart; Kapseln verdickt. Im Innern fast Alles käsig und verkalkt; zwischen den käsigen Massen breite fibröse Züge. Gallengänge weit, infrustirt und Wände verdickt. In der Leber drei abgestorbene käsige Echinokokken. Tuberkulose der Bronchial- und Mittelfelldrüsen. Chronische Entzündung der Gallengänge. Käsige Echinokokken in der Leber.	
14./5.	Lunge, Herz, Leber, Milz, Gekröse, Gebärmutter, Euter, am 15./5.	Die Lunge mit käsigen Knoten reichlich durchsetzt. Knoten verschieden groß und von dicken Kapseln umschlossen. Brustfell mit großen perlsüchtigen Neubildungen besetzt. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen groß, hart und mit Tuberkeln durchsetzt. In der Leber chronische Entzündung der Gallengänge. Milz und Herz unverändert. Am Kopfe und an den Halsorganen keine Abweichungen. Gekröse und Euter gesund. In der Gebärmutter etwas Exsudat (Fibrin und Flüssigkeit). Chronische Tuberkulose der Lunge, Pleura, Bronchial- und Mittelfelldrüsen. Chronische Entzündung der Gallengänge.	

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds.	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
22	Schwarzbunte Kuh, 7 Jahre alt, Gewicht 520 kg. Vgl. Diagramm X.	12./5. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—3. Tag 12./5. und 13./5	W.	—	38,9	39,2	39,5	40,0	39,2	41,0	41,5	40,6	40,0	—	—	—
				P.	—	60	56	68	76	84	80	84	84	80	—	—	—
				A.	—	18	16	20	28	32	32	36	40	32	—	—	—
23	Rothbunte Kuh, 7 Jahre alt, Gewicht 470 kg Vgl. Diagramm X.	12./5. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—3 Tag 12./5. und 13./5.	W.	—	39,3	39,0	39,3	39,0	39,6	40,0	39,4	39,9	38,6	—	—	—
				P.	—	68	64	64	68	68	68	68	68	64	—	—	—
				A.	—	20	20	20	20	20	20	20	20	20	—	—	—
24	Hellgraubunte Kuh, Gewicht 342 kg. Vgl. Diagramm VIII.	16./6. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 16./6. bis 18./6.	W.	—	38,1	38,4	38,6	38,6	39,0	39,2	40,4	39,6	39,6	—	38,7	—
				P.	—	76	72	72	72	72	68	68	64	68	—	72	—
				A.	—	24	20	20	20	20	20	20	20	20	—	20	—
25	Dunkelgraubunte Kuh, Gewicht 312 kg. Vgl. Diagramm VIII.	16./6. 91 $8^1/_2$ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 16./6. bis 18./6.	W.	—	38,1	38,6	38,3	38,9	39,2	39,8	40,0	39,5	39,4	—	38,4	—
				P.	—	64	64	60	64	68	72	68	68	72	—	68	—
				A.	—	20	20	20	20	24	24	20	24	24	—	24	—
26	Graue Kuh, Gewicht 375 kg.	10./3. 91 9 Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 9./3. bis 11./3	W.	38,9	38,6	38,7	38,7	38,3	[1]) 38,5	—	38,1	38,4	38,7	—	—	—
				P.	64	68	64	64	60	[1]) 60	—	56	56	56	—	—	—
				A.	16	20	16	16	16	[1]) 16	—	16	14	14	—	—	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
14./5.	Lunge, Herz, Leber, Milz, Gebärmutter, Euter, am 15./5.	In dem linken Lungenflügel mehrere tauben- bis hühnereigroße Höhlen, die durch derbe fibröse Züge geschieden werden. Inhalt der Höhlen flüssig und stinkend. Neben den Höhlen liegen um die Endäste der Bronchen gelbweiße käsige Massen, die von dicken Kapseln umschlossen werden. Lungenfell an der erkrankten Stelle sehr dick und weiß. In der Schleimhaut der Bronchen kleine käsige Knoten und Geschwüre. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen hart, sehr groß und von käsigen Knoten durchsetzt. In den käsigen Massen Tuberkelbazillen. In der Leber verdickte und erweiterte Gallengänge. Milz, Euter und Gebärmutter normal. Faulige Tuberkulose in den Lungen, Bronchen, Bronchial- und Mittelfelldrüsen.	
14./5.	Lunge, Schlundkopf, Leber, am 15./5.	In den harten und faustgroßen Lymphdrüsen hinter dem Schlundkopf viele erbsen- bis haselnußgroße käsige und verkalkte Knoten. In den käsigen Knoten Tuberkelbazillen. In der Lunge 4 Knoten, von denen 2 wallnußgroß, käsig und kalkig sind. In der Leber ein haselnußgroßer, verkalkter, käsiger Knoten. Tuberkulose der Schlundkopf-Lymphdrüsen mit Metastasen in der Lunge und Leber.	
19./6.	Lunge, Schlundkopf, Leber, am 20./6.	In der Lunge viele bronchektatische Höhlen, die mit schleimig-eiteriger Masse angefüllt sind; ferner viele Käseknoten, deren Inhalt trocken ist. Um die Knoten dicke Kapseln. In den Bronchen Tuberkel und Geschwüre. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen groß, hart und von Tuberkeln durchsetzt. Die Lymphdrüsen hinter dem Schlundkopfe hühnereigroß und käsig. In den käsigen Massen Tuberkelbazillen. In der Leber lebende und abgestorbene (käsige) Echinokokken. Gallengänge weit, Wände verdickt. Tuberkulose der Lunge und Bronchen, der Bronchial-, Mittelfell- und Schlundkopf-Lymphdrüsen. Lebende und abgestorbene Echinokokken in der Lunge. Chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge.	
19./6.	Lunge, Leber, am 20./6.	In den hinteren Lappen der Lunge zahlreiche Käseknoten mit trockenem Inhalt. Derbe Kapseln um die Knoten, die einzeln oder gehäuft liegen. Ferner viele bronchektatische Säcke, die schleimig-eiterige Masse enthalten. Die Lympdrüsen größer und hart. Im Innern keine Tuberkeln. Im käsigen Inhalte Tuberkelbazillen. Gallengänge in der Leber erweitert, Wände verdickt. Primäre Tuberkulose in der Lunge, chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge.	
13./3.	Kopf, Schlundkopfdrüsen, am 14./3. (Keine tuberkulösen Auflagerungen an den serösen Häuten, desgl. keine Erkrankung der Lunge, der Mittelfell- und Gekrösdrüsen. Leberegel. Waßmann.)	In den Schlundkopfdrüsen einige Kalkknoten, sonst gesund. In den Knoten keine Bazillen.	[1]) Um 9 Uhr.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute: 1. Tag 8 Uhr Abds	2. Tag 8 Uhr	2. Tag 12 Uhr	2. Tag 8 Uhr	3. Tag 6 Uhr	3. Tag 8 Uhr	3. Tag 10 Uhr	3. Tag 12 Uhr	3. Tag 3 Uhr	3. Tag 6 Uhr	3. Tag 9 Uhr	4. Tag 8 Uhr	4. Tag 12 Uhr
27	Weiße Kuh, Kopf, Hals blaugrau, Flecke an Flanke, Kreuz und Schwanzwurzel, rechter Vorderfuß blaugrau, ca. 6 Jahre alt, Gewicht 405 kg. Vgl. Diagramm VII.	24./3. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 23./3. bis 26./3.	W.	38,9	38,7	38,6	38,9	38,7	38,5	—	1) 38,9	1) 38,6	1) 38,7	1) 38,[illegible]	38,6	38,3
				P.	60	64	60	64	60	64	—	1) 60	1) 60	1) 60	1) 60	60	64
				A.	12	12	12	16	16	16	—	1) 16	1) 16	1) 16	1) 12	12	16
28	Rothe Kuh, Kopf weiß mit rothen Tupfen, Hals, Bauch, Brust weiß, ca. 12 Jahre alt, Gewicht 340 kg. Vgl. Diagramm XI.	7./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 6./4. bis 9./4.	W.	39,1	38,7	38,1	38,5	38,7	38,5	38,6	38,7	38,2	38,1	2) 38,[illegible]	38,6	—
				P.	72	68	64	64	68	72	68	64	68	64	2) 68	68	
				A.	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2) 16	16	—
29	Dunkelrothe Kuh, Rücken, Bauch und Hinterfüße weiß, ca. 12 Jahre alt, Gewicht 385 kg. Vgl. Diagramm XI.	7./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—4. Tag 6./4. bis 9./4.	W.	38,[illegible]	38,1	38,1	38,0	38,2	38,[illegible]	38,4	38,3	38,0	38,5	3) 38,4	38,1	—
				A.	64	68	56	60	60	64	64	60	60	60	3) 60	60	—
				P.	12	16	12	12	12	12	12	12	12	12	3) 12	12	—
30	Rothbunte Kuh, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 365 kg. Vgl. Diagramm XII.	14./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.		38,2	38,2	38,5	38,5	38,4	38,2	38,5	38,1	38,3	38,2	38,5	—
				P.	—	64	60	64	60	60	64	60	64	60	64	64	—
				A.	—	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—
31	Schwarzbunte Kuh, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 460 kg. Vgl. Diagramm XII.	14./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,[illegible]	38,[illegible]	38,5	39,[illegible]	39,1	38,9	38,8	38,7	38,5	39,6	39,5	—
				P.		68	64	64	68	64	64	64	64	64	64	68	—
				A.	—	12	12	12	16	16	16	16	16	16	16	12	—
32	Schwarzbunte Kuh, 6 Jahre alt, Gewicht 380 kg. Vgl. Diagramm XI.	21./4. 91 8½ Uhr Abends 0,4 ccm	2.—4. Tag 21./4. bis 23./4.	W.	—	38,9	39,0	38,9	38,7	38,9	38,[illegible]	39,1	39,1	38,6	4) 38,[illegible]	38,8	—
				P.	—	72	64	68	68	72	68	72	72	72	4) 72	72	—
				A.	—	16	16	16	16	16	16	16	16	16	4) 16	16	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
30 3.	Lunge, Gekröse, am 31 3.	Befund. In der Lunge einige frische Echinokokken.	[1]) Die Messungen haben 1 Stunde früher stattgefunden als in der Ueberschrift angegeben ist.
10./4.	Lunge, Leber, Kopf und Gekröse, am 11./4.	In der Lunge einige lebende Echinokokken, hühnereigroß, ein abgestorbener Echinokokkus. Lymphdrüsen, Luftröhre und Kehlkopf normal. Herz und Herzbeutel ohne Abweichungen. In der Leber 2 Cysten, haselnußgroß, ein abgestorbener Echinokokkus, Wände der Gallengänge verdickt. Frische und verkäste Echinokokken. Chronische Entzündung der Gallengänge. Cysten in der Leber.	Ferner haben Messungen stattgefunden am 6./4. Mittags 12 Uhr: W. 39,0, P. 72, A. 16. Die Kuh befand sich im letzten Drittel der Trächtigkeit. [2]) Um 8 Uhr.
10./4.	Lunge, Leber und Gekröse, am 11./4.	Im vorderen Lappen des rechten Lungenflügels ein Echinokokkus. Die Lebergallengänge erweitert, in den Wänden verdickt und inkrustirt. Ein Echinokokkus in der Lunge, chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge.	Wie bei Nr. 28: W. 38,7, P. 64, A. 12. [3]) Um 8 Uhr.
17./4.	Lunge, Leber, Gebärmutter, am 18./4.	In der Lunge viele lebende Echinokokken. In der Gebärmutter keine Abweichungen. In der Leber mehrere käsige Knoten von Erbsengröße, die von breiten weißen Kapseln umschlossen werden; ferner lebende Echinokokken. Die käsigen Knoten erwiesen sich bei näherer Untersuchung als abgestorbene Echinokokken. Echinokokken in Lunge und Leber, in letzterer lebende und abgestorbene Echinokokken.	
17./4	Lunge mit Drüsen, Leber und Gebärmutter, am 18./4.	In der Lunge mehrere lebende Echinokokken. Die Mittelfelldrüsen faustgroß und verkäst. Der käsige Inhalt läßt sich aus einer dicken Kapsel ausschütten Der Käse enthält Tuberkelbazillen. Gebärmutter normal. Tuberkulose der Mittelfelldrüsen. Lebende Echinokokken in der Lunge.	
23./4.	Lunge, Euter, Gebärmutter, am 24./4.	An der unteren Fläche der Luftröhre, dicht an den bronchialen Lymphdrüsen, ein wallnußgroßer, außen glatter Knoten, der auf dem Durchschnitt in der Peripherie röthlich-grau gefärbt, im Centrum aber dunkelgelb ist. Das Centrum weicher als die Peripherie. In der linken Euterhälfte mehrere hühnereigroße Abszesse. Eiter grünlich-weiß, Wände sehr dick. Abszesse im Euter.	[4]) Um 8 Uhr.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen	Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute													
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds.	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
33	Graue Kuh, 8 Jahre alt. Gewicht 455 kg.	12./5. 91 8½ Uhr Abends	2.—3. Tag	W.	—	38,9	38,6	39,2	38,7	39,9	39,0	38,9	39,0	39,3	—	—	—
			12./5. und 13./5.	P.	—	56	60	64	60	72	72	68	64	68	—	—	—
	Vgl. Diagramm XII.	0.5 ccm		A.	—	16	16	20	16	16	16	16	16	16	—	—	—
34	Weiße Kuh mit rothbraunem Kopf, Gewicht 325 kg.	16./6. 91 8½ Uhr Abends	2.—4. Tag	W.	—	38,6	38,4	38,5	38,2	38,4	38,4	38,4	38,5	38,8	—	38,5	—
			16./6. bis 18./6	P.	—	64	60	64	64	68	64	64	68	68	—	64	—
	Vgl. Diagramm XII.	0,5 ccm		A.	—	12	12	12	12	12	16	16	16	16	—	14	—
35	Schwarze Kuh, Blässe, weiße Backen, Brust und Bauch weiß, ca. 9 Jahre alt. Gewicht 350 kg.	7./4. 91 8½ Uhr Abends	1.—4. Tag	W.	38,[illegible]	38,[illegible]	38,6	38,5	39,5	39,9	40,5	40,7	39,6	39,4	¹) 39,1	38,7	—
			6./4. bis 9. 4.	P.	76	76	72	68	76	80	80	88	80	76	¹) 76	76	—
	Vgl. Diagramm XI.	0,5 ccm		A.	20	20	16	16	20	20	20	20	20	20	¹) 20	16	—
36	Schwarze Kuh mit Stern und weißem Bauch, ca. 10 Jahre alt, Gewicht 315 kg.	5./5. 91 8½ Uhr Abends	2.—4. Tag	W.	—	39,0	38,6	39,0	39,0	39,6	39,5	39,7	39,9	40,2	40,0	38,[illegible]	—
			5./5. bis 7. 5.	P.	—	64	60	64	64	64	64	60	64	64	68	64	—
	Vgl. Diagramm XII.	0.5 ccm		A.	—	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—
37	Schwarzbunte Ferse, Gewicht 250 kg.	16./6. 91 8½ Uhr Abends	2.—4. Tag	W.		38,1	38,9	38,7	38,5	38,6	39,2	39,4	39,0	39,2	—	38,6	—
			16./6. bis 18./6.	P.	—	68	64	64	64	64	64	68	64	68	—	64	—
	Vgl. Diagramm XII.	0,5 ccm		A.	—	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—	16	—
38	Rothbunte Kuh ca. 12 Jahre alt, Gewicht 370 kg.	12./5. 91 8½ Uhr Abends	2.—3. Tag	W.	—	39,2	39,1	40,1	40,1	39,7	39,1	38,8	38,9	38,8	—	—	—
			12./5. und 13./5.	P.	—	60	64	68	76	68	64	64	64	64	—	—	—
		0,5 ccm		A.	—	16	16	20	24	24	20	20	20	20	—	—	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
14./5.	Kopf, Halsorgane, Lunge, Gekröse, Nieren, Leber, Euter und Herz.	Alle Organe gesund.	
19./6.	Lunge, Leber, am 20./6.	In der Lunge und in der Leber einige lebende Echinokokken; ferner in der Leber die großen Gallengänge weit, stellenweise inkrustirt und die Wände verdickt. Keine Tuberkulose. Chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge. Echinokokken in der Leber und der Lunge.	
10./4.	Lunge, Leber, Kopf und Gekröse, am 11./4.	In der Lunge mehrere abgestorbene, käsige Echinokokken. Zwerchfell mit dem linken hinteren Lappen der Lunge verwachsen. Im Zwerchfell an der Verwachsungsstelle ein Abszeß. Brustfell, Herz und Herzbeutel normal. Die Bronchial-, Mittelfell-, Gekrös- und Schlundkopf-Lymphdrüsen nicht verändert. Kehlkopf und Luftröhre gesund. In der Leber mehrere Abszesse und 2 käsige erbsengroße Knoten, welche aus abgestorbenen Echinokokken hervorgegangen sind. Wände der Gallengänge verdickt. Im Innern wenig Niederschläge von Gallenpigment. Verkäste Echinokokken in der Lunge und in der Leber. Abszesse in der Leber und im Zwerchfell.	Messungen haben ferner stattgefunden am 6./4. Mittags 12 Uhr: W. 38,9, P. 80, A. 20. Die Kuh befand sich im letzten Drittel der Trächtigkeit. [1]) Um 8 Uhr.
7./5.	Lunge, Leber, Euter und Gebärmutter, am 8./5. (Die übrigen Organe — Gekröse sowie Kopf und Zunge — sind gesund befunden. Waßmann.)	Drei wallnußgroße käsige Echinokokken in der Lunge. Brustfell und Lymphdrüsen gesund. 8 wallnußgroße käsige Echinokokken in der Leber Euter und Gebärmutter gesund. Abgestorbene, käsige Echinokokken in der Lunge und Leber.	
19./6.	Brustorgane, Leber.	Keine Veränderungen an den Brustorganen. Die Gallengänge in der Leber haben sehr dicke Wände und sind eng. Keine Tuberkulose. Chronische Entzündung der Gallengänge.	
14./5.	Lunge, Herz, Halsorgane, Kopf, Leber, Milz, Nieren, Gekröse, Gebärmutter, Euter, Rippenwand.	Zahlreiche Höhlen in der Lunge, die mit breiigem Käse angefüllt sind. Wände der Höhlen dick und weiß; ferner in der Lunge viele verschieden große Knoten, käsig, um die Bronchen. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen groß, hart und von verkästen und verkalkten Tuberkeln durchsetzt. Rippenwand mit mehreren traubenförmigen, verkästen Neubildungen besetzt. Im Käse sehr viele Tuberkelbazillen. In der Lunge einige lebende Echinokokken. Milz normal. Leber enthält abgestorbene (käsige) und lebende Echinokokken. Gallengänge weit, Wände verdickt. Halsorgane normal. Gebärmutterhorn der linken Seite groß. Wand sehr dick und mit Tuberkeln durchsetzt. In der Schleimhaut viele Tuberkel. Auch die Schleimhaut des rechten Horns zeigt einige Tuberkel. Tuberkulose der Lunge, Bronchial- und Mittelfelldrüsen und der Gebärmutter. In der Leber Echinokokken. Chronische Entzündung der Gallengänge.	

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Thieres	Tuberkulin-Einspritzung	Zeit der Messungen		Körperwärme W, ferner Puls P und Athemzüge A in der Minute												
					1. Tag	2. Tag			3. Tag							4. Tag	
					8 Uhr Abds.	8 Uhr	12 Uhr	8 Uhr	6 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	3 Uhr	6 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	12 Uhr
39	Graubunter Ochse, ca. 3 Jahre alt, Gewicht 520 kg.	21./4. 91 8½ Uhr Abends 0,4 ccm	2.—4. Tag 21./4. bis 23./4.	W.	—	39,3	38,8	38,6	39,5	39,5	39,5	39,5	39,2	39,2	[1])39,2	39,1	—
				P.	—	64	64	60	64	72	64	68	64	64	[1])60	60	—
				A.	—	16	16	12	16	16	12	12	12	12	[1])12	12	—
40	Rothbunte Kuh, ca. 7 Jahre alt, Gewicht 400 kg.	28./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 28./4. bis 30./4.	W.	—	38,5	38,4	38,8	38,8	39,1	38,9	39,4	38,8	38,7	38,6	38,7	—
				P.	—	60	60	60	64	60	64	64	64	64	64	64	—
				A.	—	14	14	14	16	16	16	16	16	16	16	16	—
41	Schwarzbunte Kuh, ca. 6 Jahre alt, Gewicht 360 kg.	14./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—4. Tag 14./4. bis 16./4.	W.	—	38,5	38,7	38,7	38,6	38,8	39,0	39,5	39,2	38,5	38,8	38,6	—
				P.	—	64	60	60	64	64	64	64	64	64	64	64	—
				A.	—	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	—
42	Rothbunte Kuh, ca. 10 Jahre alt, Gewicht 350 kg.	12./5. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	2.—3 Tag 12./5 und 13./5	W.	—	38,7	39,1	39,1	38,9	40,6	38,6	38,6	39,0	39,1	—	—	—
				P.	—	64	68	68	64	64	64	68	68	64	—	—	—
				A.	—	16	16	20	16	20	20	20	20	20	—	—	—
43	Rothbunter Ochse, ca. 8 Jahre alt, Gewicht 560 kg. (Aktinomykose.) Vgl. Diagramm XIII.	19./4. 91 8½ Uhr Abends 0,5 ccm	1.—3. Tag 18./4. bis 20./4	W.	38,8	38,5	38,8	38,7	38,6	38,6	38,7	38,6	39,2	39,2	—	—	—
				P.	56	60	56	60	60	56	56	56	56	60	—	—	—
				A	16	16	16	16	16	16	14	16	16	16	—	—	—
44	Schwarzbunter Bulle, ca. 2½ Jahre alt, Gewicht 600 kg. (Aktinomykose.) Vgl. Diagramm XIII.	21./4. 91 8½ Uhr Abends 0,4 ccm	2.—4. Tag 21./4 bis 23./4.	W.	—	38,6	38,6	38,7	39,0	39,6	40,3	40,1	39,3	38,9	[2])38,7	38,5	—
				P.	—	60	60	64	64	68	60	64	64	60	[2])60	60	—
				A.	—	12	12	12	12	16	12	12	12	12	[2])12	12	—

Schlachtung	Untersuchte Fleisch- und Eingeweidetheile	Pathologisch-anatomischer Befund	Bemerkungen
23./4.	Lunge mit Drüsen, Leber, Gekröse, Milz, Kopf, am 24./4.	Die Lymphdrüsen hinter dem Schlundkopfe faustgroß und hart, schwer zu schneiden, mit großen Käseknoten durchsetzt, zwischen denen breite fibröse Züge liegen. Jeder Knoten entspricht einem Läppchen der Lymphdrüse. In der Lunge einige apfelgroße Höhlen, die mit Käse gefüllt sind und dicke Wände haben. Die Bronchial- und Mittelfelldrüsen faustgroß, hart, im Innern viele mit Käse gefüllte Höhlen, zwischen denen breite fibröse weiße Züge ihren Sitz haben. In der Leber wallnußgroße käsige Knoten, die von breiten fibrösen Zügen umschlossen werden. Gallengänge nicht verändert. Alle Gekrösdrüsen apfel- bis faustgroß und käsig, die Kapseln dick und weiß. Am Brustfell einige Tuberkel. In den käsigen Massen der Lunge Tuberkelbazillen. Allgemeine Tuberkulose, bei der namentlich die Lymphdrüsen betheiligt sind.	[1]) Um 8 Uhr.
30./4.	Lunge, Herz, Leber, Schlundkopfdrüsen, am 1./5	In der Lunge und im Herzen viele lebende Echinokokken. Gallengänge weit, Wände verdickt, in den Gängen viele Leberegel. In einer Schlundkopf-Lymphdrüse, die nicht vergrößert und weich ist, liegen viele kleine gelbe Herde von Grieskorn- bis Hirsekorngröße. In den Inhaltsmassen der Herde keine Tuberkelbazillen. Einfache Fett-Metamorphose. Chronische Entzündung und Erweiterung der Gallengänge. Leberegel. Fett-Metamorphose in einer Schlundkopf-Lymphdrüse. Lebende Echinokokken in der Lunge und im Herzen.	12 Uhr Nachts: W. 38,6, P. 68, A. 16.
17./4	Lunge und Gebärmutter, am 18./4.	In der Lunge keine Veränderungen, in den nicht vergrößerten Bronchialdrüsen einige hirsekorngroße Kalkknoten; die letzteren lassen sich aus einer Höhle herausheben, die eine glatte Wand hat. In den kalkigen Massen keine Tuberkelbazillen. Gebärmutter normal. Herz normal. Kalkknoten in den Bronchialdrüsen. Keine Tuberkulose.	
14./5.	Lunge, Leber, Gebärmutter, am 15./5.	In der Lunge und Leber einige lebende Echinokokken. Gallengänge weit, Wände dick. Gebärmutter gesund. Lebende Echinokokken in der Lunge und Leber.	
21./4.	Kopf und Lunge mit Drüsen.	Am rechten Oberkieferbeine eine kindskopfgroße Geschwulst, die sich nur an wenigen Stellen weich anfühlt. Haut leicht abzuziehen. Auf dem Durchschnitte ergiebt sich, daß die ganze Oberkieferhöhle mit einer fast überall knochenharten Neubildung erfüllt ist. Zwischen den harten Stellen weiche Inseln, in denen gelbe Flecke liegen. Der Zahnfortsatz des Oberkieferbeines von Geschwulstmasse durchsetzt, Zähne etwas lose. In den gelben Flecken zahlreiche Rasen von Strahlenpilzen (Actinomyces). Aktinomykose des rechten Oberkieferbeines.	
23./4.	Kopf, Lunge und Theile der Leber.	Am rechten Oberkieferbeine eine kopfgroße Geschwulst, die in Form von dunkelrothen und gelappten Auswüchsen durch die Haut gewachsen ist. Die Geschwulst reicht durch den harten Gaumen bis in die Maulhöhle hinein. Die 3 letzten Backzähne lose. Auf dem Durchschnitte wechseln knöcherne mit weichen Stellen ab. Letztere mit schwefelgelben, grieskorngroßen Herden durchsetzt — Rasen von Strahlenpilzen (Actinomyces). Gallengänge erweitert, inkrustirt und Wände verdickt. Aktinomykose am rechten Oberkieferbein. Chronische Entzündung der Gallengänge.	[2]) Um 8 Uhr.

Uebersicht der Ergebnisse der II. Versuchsreihe.

Nr. des Versuchs-Thieres.	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der Einspritzung. °C	Zeit des Eintritts der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden [1])	Zu- (+) und Ab- (−) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C [2])	Tuberkulöser Befund am geschlachteten Thiere.	Anderweitiger Befund am geschlachteten Thiere.	Bemerkungen.
1	39,3	16	+ 0,5	Lunge.*)	Verkäste Echinokokken.	*) Bazillen.
2	39,7	15	+ 1,0	Lunge*), Lymphdrüsen, Brust- und Bauchfell.	—	*) Desgl.
3	41,6	9	+ 2,3	Lunge*), Lymphdrüsen.	Entzünd. der Gallengänge.	*) Desgl.
4	40,1	23	+ 1,1	Desgl., Brustfell.	—	—
5	41,6	9	+ 2,8	Desgl.	—	—
6	40,4	18	+ 0,9	Allgem. Tuberkulose*)	—	*) Desgl.
7	40,5	11	+ 1,8	Desgl.*)	—	*) Desgl.
8	40,9	11	+ 2,2	Lunge*), Lymphdrüsen.	Verkäste Echinokokken.	*) Desgl.
9	40,6	11	+ 1,9	Desgl., Brustfell.	—	—
10	40,3	11	+ 1,5	Desgl.	Abszesse i. d. Leber.	—
11	40,4	15	+ 1,4	Lunge*), Lymphdrüsen.	Echinokokken, käsige Knoten i. d. Gebärmutter.	*) Desgl.
12	40,7	13	+ 1,6	Allgem. Tuberkulose*)	Medullarsarkom am Herzbeutel, chron. Entzünd. d. Gallengänge.	*) Desgl.
13	41,7	9	+ 2,8	Lunge*), Lymphdrüsen.	Echinokokken, chron. Entzünd. d. Gallengänge.	*) Desgl.
14	39,7	13	+ 1,0	Desgl.*)	Desgl.	*) Desgl.
15	39,6	15	+ 0,7	Desgl.*)	Desgl.	*) Desgl.
16	40,4	24	+ 1,5	Lunge.*)	Desgl.	*) Desgl.
17	39,8	11	+ 0,9	Desgl.*)	Desgl., chron. Entzündung d. Bauchfells.	*) Desgl.
18	40,9**)	24	+ 1,7	Desgl. Brustfell Lymphdrüsen, Nieren.	—	**) Nach 27 Stunden, Nachts 12 Uhr: 41,1.
19	40,5	15	+ 2,0	Lunge*), Brustfell, Lymphdrüsen, Euter.	Chron. Entzünd. d. Gallengänge.	*) Bazillen.
20	40,3	11	+ 1,2	Lymphdrüsen.	Desgl., verkäste Echinokokken.	—
21	41,1	11	+ 2,0	Desgl., Lunge, Brustfell.	Chron. Entzünd. d. Gallengänge.	—
22	41,5	15	+ 2,0	Desgl.*) (faulige Tub.)	—	*) Desgl.

[1]) Abgerundete Zahlen. — [2]) Dem Vergleiche ist der höchste Stand der Körperwärme am vorhergehenden Tage zu Grunde gelegt.

Noch: Uebersicht der Ergebnisse der II. Versuchsreihe.

Nr. des Versuchs-Thieres.	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der Einspritzung. °C	Zeit des Eintritts der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden[1])	Zu- (+) und Ab- (−) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C[2])	Tuberkulöser Befund am geschlachteten Thiere.	Anderweitiger Befund am geschlachteten Thiere.	Bemerkungen.
23	40,0	13	+ 0,7	Lymphdrüsen*), Lunge.	—	*) Desgl.
24	40,4	15	+ 1,8	Desgl.*)	Echinokokken, chron. Entzünd. d. Gallengänge.	*) Desgl.
25	40,0	15	+ 1,4	Lunge.*)	Desgl.	*) Desgl.
26	38,7	21	± 0,0	—	Kalkknoten in den Schlundkopfdrüsen.**)	**) Keine Bazillen.
27	38,8	14	± 0,0	—	Frische Echinokokken.	—
28	38,7	9 u. 15	± 0,0	—	Desgl., chron. Entzünd. d. Gallengänge.	—
29	38,6	18	+ 0,2	—	Desgl.	—
30	38,5	9 u. 15	± 0,0	—	Frische und verkäste Echinokokken.	—
31	39,6	24	+ 0,8	Lymphdrüsen.*)	Frische Echinokokken.	*) Bazillen.
32	39,1	15	+ 0,1	—	Abszesse im Euter.	—
33	39,9	11	+ 0,7	—	—	Gesund.
34	38,8	21	+ 0,2	—	Chron. Entzünd. d. Gallengänge, frische Echinokokken.	—
35	40,7	15	+ 2,1	—	Verkäste Echinokokken, Abszesse i. Leber u. Zwerchfell.	—
36	40,2	21	+ 1,2	—	Verkäste Echinokokken.	—
37	39,4	15	+ 0,5	—	Chron. Entzünd. d. Gallengänge.	—
38	40,1	9	— 0,3	Lunge,*) Lymphdrüsen, Gebärmutter.	Desgl., verkäste Echinokokken.	*) Bazillen.
39	39,5	9	+ 0,2	Allgem. Tub., bes. d. Lymphdrüsen.*)	—	*) Desgl.
40	39,4	15	+ 0,6	—	Desgl., fettige Entartung in einer Lymphdrüse.**)	**) Keine Bazillen.
41	39,5	15	+ 0,8	—	Kalkknoten in einer Lymphdrüse.**)	**) Desgl.
42	40,6	11	+ 1,5	—	Frische Echinokokken, chron. Entzünd. d. Gallengänge.	—
43	39,2	18	+ 0,4	—	Aktinomykose.	—
44	40,3	13	+ 1,6	—	Desgl., chron. Entzündung d. Gallengänge.	—

Danach haben von 42 wegen Verdachtes der **Tuberkulose** eingestellten Versuchsthieren deutlich reagirt:

26 tuberkulöse (Nr. 1 bis 25 und 31).

7 nicht tuberkulöse (Nr. 33, 35, 36, 37, 40, 41, 42).

nicht oder unbestimmt reagirt:

2 tuberkulöse (Nr. 38, 39).

7 nicht tuberkulöse (Nr. 26 bis 30, 32, 34).

Somit hat das Tuberkulin in 33 von 42 Fällen = 78,6 pCt. den Erwartungen entsprochen, d. h. bei tuberkulösen Thieren eine Reaktion, bei nicht tuberkulösen keine Reaktion hervorgerufen. Läßt man die beiden Thiere Nr. 38 und 39 als ungeeignet für den Versuch außer Betracht, weil dieselben schon vor der Einspritzung 40,1 bezw. 39,3 Grad Körperwärme zeigten und Nr. 39 überdies nur 0,4 ccm Tuberkulin erhalten hat, so gestaltet sich das betr. Verhältniß noch günstiger und beträgt 82,0 pCt.

Im Uebrigen war das Ergebniß wie folgt:

A. Thiere, welche deutlich reagirt haben.

Von den tuberkulös befundenen Thieren betrug bei 7 die Temperatursteigerung 2 Grad und darüber, bei 13 weiteren 1 Grad und darüber, bei 6 desgleichen 0,5 bis 0,9 Grad. 5 derselben erreichten 41 Grad und darüber, 15 desgleichen 40,0 bis 40,9 Grad, 6 39,0 bis 39,9 Grad.

Von den nicht tuberkulös befundenen Thieren zeigte eines über 2 Grad, 2 weitere über 1 Grad, 4 desgleichen 0,5 bis 0,8 Grad Steigerung. 3 derselben erreichten über 40 Grad, 4 39,0 bis 39,9 Grad.

Bei den tuberkulös befundenen Thieren war somit in 76,9 pCt. der Fälle eine Temperatursteigerung um 1 Grad und darüber, bei den nicht tuberkulös befundenen dagegen eine solche nur in 42,9 pCt. eingetreten.

Ganz dieselben Verhältnisse in beiden Kategorien ergaben sich ferner für diejenigen Fälle, bei welchen die Körperwärme auf 40 Grad und darüber gestiegen war.

Von den nicht tuberkulösen Thieren waren 4 mit Echinokokken, 2 zugleich mit chronischer Entzündung der Gallengänge (hiervon eines (Nr. 40) noch mit fettiger Entartung in einer Lymphdrüse), und eines zugleich mit Abszessen in der Leber und im Zwerchfell behaftet; ferner zeigte je eines nur die erwähnte Erkrankung der Gallengänge, bezw. Kalkknoten in einer Lymphdrüse, während ein weiteres vollständig gesund befunden wurde.

B. Thiere, welche nicht oder unbestimmt reagirt haben.

Von den nicht tuberkulös befundenen Thieren ist bei 4 (Nr. 26—28 und 30) keine Erhöhung der Körperwärme, bei 3 (Nr. 29, 32 und 34) eine solche nur um 0,1 und 0,2 Grad eingetreten. 5 waren mit Echinokokken, 2 zugleich mit chronischer Entzündung der Gallengänge, ferner je eines mit Kalkknoten in einer Lymphdrüse bezw. mit Abszessen im Euter behaftet.

Von den beiden tuberkulösen Thieren zeigte eines (Nr. 38), welches fieberhaft erkrankt war, ein Sinken der Körperwärme um 0,3 Grad, das andere (Nr. 39),

welches übrigens nur 0,4 ccm eingespritzt erhalten hatte, ein Ansteigen um 0,2 Grad. Jenes war außerdem mit chronischer Entzündung der Gallengänge und verkästen Echinokokken behaftet.

Von den beiden wegen **Aktinomykose** eingestellten Thieren Nr. 43 und 44 hat eines deutlich reagirt, das andere unbestimmt.

III. Versuchsreihe.

Die dritte Versuchsreihe, bei welcher der Sonderzweck verfolgt wurde, festzustellen, ob das Tuberkulin auch in solchen Fällen als zuverlässiges diagnostisches Mittel sich erweist, in denen äußere Erscheinungen, welche auf eine Erkrankung an Tuberkulose oder auf den Verdacht derselben hindeuten, nicht vorhanden sind, wurde in der Zeit vom 25. Juni bis 2. Juli an 12 Kühen einer Berliner Milchwirthschaft ausgeführt. Die Thiere gehörten sämmtlich der Breitenburger Rasse an, standen im Alter von 4 bis 9 Jahren, waren fett und deshalb zur Abschlachtung bestimmt. Sie wurden mittels Ausscheerens der Haare an der Kruppe mit den römischen Ziffern I bis XII gezeichnet. Nach dem unter Zustimmung des Geheimen Medicinalraths Professor Dr. Koch modifizirten Plane sollte bei den Thieren an 3 Tagen Morgens 6 Uhr, Mittags 12 Uhr und Abends 6 Uhr die Körperwärme gemessen werden. Am 3. Tage Abends 8 Uhr sollte die Einspritzung von je 0,5 ccm Tuberkulin, in der angegebenen Weise mit Phenollösung verdünnt, erfolgen und am 4. Tage die Körperwärme außer zu den schon erwähnten Tagesstunden noch um 9 Uhr Vormittags, 3 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends gemessen werden. Am 5. und 6. Tage waren die Messungen auf 3 Tageszeiten wie vor der Einspritzung zu beschränken und nur bei denjenigen Thieren wie am 4. Tage auszudehnen, welche bis dahin noch Fiebererscheinungen zeigen sollten. Die damals außergewöhnlich hohe Stalltemperatur wurde während der Dauer des Versuchs täglich um 6 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags und 6 Uhr Abends aufgezeichnet. Zugleichen ist zu den Melkzeiten am Morgen und Abend die Milchmenge der einzelnen Versuchsthiere gewogen und das spezifische Gewicht der Milch festgestellt worden. Die zu den Messungen verwendeten Thermometer waren vorher auf ihre Genauigkeit geprüft. Auch ist bei jedem einzelnen Thiere vom zweiten Versuchstage ab das gleiche Thermometer gebraucht worden. Die Instrumente blieben jedesmal 10 Minuten im Mastdarm liegen. Die Ablesung der Wärmegrade, sowie die Eintragungen derselben in die Listen erfolgte stets durch ein und dieselbe Person unter Kontrole derjenigen, welche die Messung vorgenommen hatte. Jener lag ferner ob, sich von dem Normalstand der Quecksilbersäule vor der Wiederverwendung der (Maximal-)Thermometer zu überzeugen. Die Messungen wurden von den zum Kaiserlichen Gesundheitsamte kommandirten Kgl. Assistenzärzten I. Klasse Herren DDr. P. L. Friedrich, Buttersack und A. Friedrich, sowie von dem Assistenten an der Kgl. Thierärztlichen Hochschule, Herrn Casper, vorgenommen. Die Einspritzungen des Tuberkulins erfolgte durch den Herrn Professor Dr. Pfuhl mittelst der Koch'schen Spritze in das Unterhautzellgewebe hinter der Schulter. Die Umgegend der Stichstelle wurde mit Karbolwasser desinfizirt.

In den folgenden 3 Wochen sind sämmtliche 12 Kühe nach und nach abgeschlachtet und sofort untersucht worden. Hierbei wurde besonders auf die Identität der Thiere geachtet; in allen Fällen wurden die Impfstellen, die serösen Auskleidungen der Brust- und Bauchhöhle, die Lunge, Leber, Milz, Bauchspeicheldrüse, Gebärmutter und das Euter, endlich die Lymphdrüsen am Unterkiefer, Schlundkopf, an den Bronchien, am Mittelfell, Gekröse, an der Leber und am Euter einzeln untersucht. Eine genauere Durchmusterung des Fleisches war nicht angängig, da dasselbe als Marktwaare veräußert werden sollte. Die Aufzeichnungen über den Befund wurden in Anwesenheit der Herren Dr. Koch oder Dr. Pfuhl, gewöhnlich nach den Angaben Roeckl's von dem Königlich sächsischen Assistenzarzt I. Klasse Herrn Dr. P. L. Friedrich gemacht. Letzterer nahm auch die näher zu untersuchenden krankhaft veränderten Theile an sich, prüfte sie unter Beihilfe der übrigen betheiligten Assistenzärzte auf die Anwesenheit von Tuberkelbazillen ꝛc. und verimpfte in negativen und zweifelhaften Fällen das Material an Meerschweinchen, deren anatomische und bakteriologische Untersuchung er schließlich gleichfalls besorgte. Der von ihm festgestellte Befund ist an den betreffenden Stellen auszugsweise mitgetheilt.

Bei den einzelnen Thieren waren die Ergebnisse folgende:

Ergebnisse der Messungen der Körperwärme bei den Versuchs-

Nr. des Versuchsthieres.	25. Juni			26. Juni			27. Juni			28. Juni						29.	
	6	12	6	6	12	6	6	12	6	6	9	12	3	6	9	6	9
1	38,7	39,0	38,8	38,4 (XII[4])	38,8 (I)[4]	39,2	38,7	39,5	39,5	38,5	38,5	39,1	38,8	38,8	39,1	38,5	38,7
2 [1]	39,1	38,7	38,8	38,7 (XI)	39,0 (III)	39,0	38,7	38,8	38,7	40,4	41,3	**41,4**	40,5	39,5	39,2	39,0	38,6
3	38,6	38,3	38,6	38,6 (III)	38,5 (XI)	38,8	38,4	38,6	38,6	39,9	**41,9**	41,0	40,5	40,2	40,5	39,3	38,3
4	38,9	38,7	39,0	38,8 (III)	38,8 (III)	38,8	38,9	38,6	39,1	39,2	40,7	**41,4**	40,2	39,2	39,0	38,5	38,5
5	38,7	39,0	39,0	38,6 (VIII)	39,0 (III)	38,9	38,7	38,5	39,2	39,1	**41,3**	40,5	39,8	39,3	39,8	38,9	38,4
6 [2]	38,5	38,4	38,6	38,7 (III)	38,4 (XI)	38,6	38,5	38,4	38,5	39,9	**41,1**	40,9	40,4	40,2	39,0	38,5	38,3
7	38,8	38,7	38,8	38,6 (VIII)	39,0 (XII)	39,0	38,9	38,9	38,9	39,9	**41,5**	**41,5**	41,0	40,0	39,8	39,3	39,2
8	39,1	39,0	39,2	39,1 (VIII)	39,0 (VIII)	39,6	39,5	39,5	39,4	39,0	38,7[5]	38,9	39,2	39,2	39,0	38,7	38,4
9	39,1	39,3	39,0	38,7 (XI)	38,9 (VIII)	39,1	38,7	38,8	38,9	39,5	40,9	**41,0**	40,6	39,7	39,8	38,5	38,0
10 [3]	38,7	38,4	38,5	38,3 (XII)	38,5 (XII)	38,9	38,2	38,5	38,8	38,6	**41,2**	41,0	40,8	39,6	39,1	38,3	38,1
11	38,6	38,4	38,6	38,6 (IX)	39,9[5] (XII VIII)	38,7	38,4	38,4	38,6	38,8	39,4	**40,7**	40,4	39,9	39,9	38,2	37,9
12	38,5	38,7	38,4	38,4 (XII)	38,6 (XII)	38,6	38,7	38,6	38,7	39,2	41,0	**41,3**	40,8	40,4	40,0	38,9	38,6

[1]) Vergl. Diagramm Nr. XIV. [2]) Desgleichen Nr. XV. [3]) Desgl. Nr. XVI. [4]) Nummer der verwendeten Thermometer. [5]) 2 mal gemessen.

Somit ist bei 10 Thieren an dem auf die Einspritzung des Tuberkulins folgenden Tage eine deutliche Reaktion in Form einer vorübergehenden Erhöhung der Körperwärme eingetreten, während die Letztere bei den beiden übrigen (Nr. 1 und 8), welche indeß schon vor der Einspritzung 39,5 Grad gezeigt hatten, auf einen niedereren Stand zurückging. Die in Folge des Tuberkulins eingetretene Wärmesteigerung betrug in allen Fällen über 2 Grad, in einem Falle (Nr. 3) sogar über 3 Grad, und erreichte bei sämmtlichen reagirenden Thieren über 41 Grad, ausgenommen Nr. 11 (40,7) *). Am

*) Die Steigerung der Körperwärme war in allen Fällen sehr erheblich. Ob und inwieweit hierbei die außergewöhnlich hohe Stalltemperatur von Einfluß war, läßt sich nicht angeben.

Die Stalltemperatur betrug Grad Reaumur:

1891	Morgens 6 Uhr	Mittags 12 Uhr	Abends 6 Uhr	Tagesmittel
26./6.	21,0	21,5	21,0	21,2
27./6.	21,0	21,5	22,0	21,5
28./6.	19,0	19,5	20,5	19,7
29./6.	17,5	22,0	23,0	20,8
30./6.	20,5	22,5	23,5	22,2
1./7.	22,0	23,0	23,0	22,7

thieren 1 bis 12. (Hierzu die Diagramme Nr. (XIV—XVI.)

Juni				30. Juni					1. Juli			2. Juli			Endbefund: + tuberkulös, — nicht tuberkulös.
12	3	6	9	6	9	12	3	6	6	12	6	6	12	6	
38,9	.	39,1	.	38,7	.	38,6	.	38,8	.	.	.	.	.	.	+
39,1	39,4	39,1	.	39,0	38,7	38,7	.	33,8	.	.	.	.	.	.	+
38,4	38,6	38,7	.	38,6	.	38,3	.	38,6	.	.	.	.	.	.	+
38,3	.	39,0	.	40,9	40,5	39,4	38,6	38,7	38,6	38,6	38,6	.	.	.	+
38,7	.	39,4	39,3	38,8	.	38,8	.	39,2	.	.	.	38,8	39,1	39,0	+
38,3	.	38,4	.	38,6	.	38,3	.	38,4	.	.	.	.	.	.	+
40,0	40,3	40,8	41,2	39,6	39,0	39,5	39,8	39,6	39,1	40,2	39,4	38,7	38,7	38,6	+
38,6	.	38,4	.	38,8	.	38,8	.	39,2	.	.	.	.	.	.	+
38,3	.	38,4	.	38,6	.	39,5	39,0	39,0	.	.	.	38,5	38,6	38,8	—
38,3	.	38,5	.	39,8	38,8	38,8	.	38,8	38,3	39,7	38,4	38,4	38,9	38,8	+
38,0	.	38,4	.	39,0	38,6	38,6	.	38,5	.	.	.	.	.	.	+
39,0	39,2	39,3	39,8	39,0	38,7	38,8	.	38,7	.	.	.	.	.	.	+

zweiten Tage nach der Anwendung des Tuberkulins ist bei zwei Thieren abermals ein Ansteigen der Körperwärme beobachtet worden, nämlich bei Nr. 7 auf 41,2 Grad, bei Nr. 12 auf 39,8 Grad; ingleichen am dritten Tage nach der Einspritzung bei Nr. 4 auf 40,9 Grad, bei Nr. 10 auf 39,8 Grad. Sonstige Erscheinungen der Reaktion sind im Allgemeinen nicht auffällig hervorgetreten. So zeigte sich bei keinem Thiere eine Schwellung oder Schmerzhaftigkeit an der Einstichstelle. Dagegen war die Zahl der Pulse und Athemzüge um $^1/_4$ bis $^1/_3$ erhöht, bei einigen Thieren das Athmen unregelmäßig und zeitweise lebhafter, so namentlich bei Nr. 1 und 3. Diese beiden Thiere, sowie Nr. 2 ließen ferner leichten Husten wahrnehmen. Nr. 3, 7, 11 und 12 haben das Mehl und Heu nicht vollständig aufgefressen; Nr. 1, 2, 3 und 4 käuten wieder; letzteres Thier war besonders munter und rinderte. Bei Nr. 2 ist am Tage nach der Einspritzung Mittags ein nässender, blutiger, scharf umschriebener Ausschlag (Ekzem) am Flotzmaul aufgetreten; auch geiferte das Thier. Flotzmaul, Ohren, Hörner und Beine waren warm, die Pulszahl betrug 100 in der Minute. Am 2. Tage war das Ekzem nur noch an den Rändern nässend und mit gelblichem Sekret bedeckt, in der Mitte dagegen abgeheilt, und am 3. Tage bis auf Spuren verschwunden.

Erwägt man, daß von den 72 übrigen Milchkühen des Bestandes eine größere Zahl, wahrscheinlich in Folge der hohen Stallwärme, unregelmäßiges Athmen zeigte und verschiedene andere husteten, so ist diesen nach der Anwendung des Tuberkulins bei den Versuchsthieren hervorgetretenen Erscheinungen eine Bedeutung nicht beizumessen.

Ueber die Menge (absolutes Gewicht in kg) und Beschaffenheit (spezifisches Gewicht) der Milch bei den einzelnen Versuchsthieren vor und nach der Anwendung des Tuberkulins giebt die nachfolgende Tabelle Auskunft. Das spezifische Gewicht wurde von dem Besitzer mit dem polizeilichen Milchprober nach Dr. Bischoff gemessen; hiervon entsprechen 14 Grad einem spezifischen Gewicht von 1,028, 15 desgleichen von 1,030, 16 ebenso von 1,032.

	17./6.		24./6.		26./6.				27./6.				28./6.				29./6.				30./6		1./7.
	Morgens	Abends	Morgens	Abends	Morgens		Abends		Morgens		Abends		Morgens		Abends		Morgens		Abends		Morgens	Abends	Gesammtmenge
	kg	kg	kg	kg	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	Grade	kg	kg	kg
1	5,0	3,5	5,0	3,2	4,5	16 3/4	3,0	15 7/8	4,4	16 7/8	3,3	15 5/8	4,2	16 5/8	2,8	15 3/8	4,2	16 1/2	3,9	15 7/8	4,4	3,2	ausgeholt
2	4,8	3,2	4,7	3,0	4,5	13 3/4	2,6	13 7/8	4,0	14 1/4	3,4	14 1/2	4,5	14 3/8	2,6	14 7/8	3,5	14 5/8	2,6	13 7/8	4,0	2,9	7,3
3	3,8	2,6	3,7	2,5	3,7	15 3/4	2,5	15 1/2	3,1	15 3/4	2,7	15 3/8	3,5	16 1/4	2,2	16 3/8	2,1	15 1/2	2,5	14 7/8	3,3	2,5	6,2
4	4,4	3,0	4,1	3,0	4,2	15 1/4	2,9	15 3/4	3,8	15 3/8	3,0	15 5/8	3,7	15 3/4	2,7	15 7/8	4,0	14	2,4	14 1/8	3,5	2,4	6,4
5	4,2	2,5	4,1	2,8	4,0	15 7/8	2,7	15 1/4	3,4	15 3/4	2,8	15 3/8	3,6	15 1/2	2,7	15 3/8	3,2	15 3/4	2,3	13 1/2	3,7	2,4	6,5
6	5,2	2,5	5,0	3,4	4,5	15 3/4	3,4	14 1/4	4,7	15 3/8	3,4	15	4,9	15 5/8	2,2	15 1/2	3,2	15 1/8	1,9	14 1/4	4,6	3,0	7,7
7	4,5	3,5	4,2	3,8	4,0	14 3/4	2,8	14 1/8	3,6	15 3/4	3,2	15 5/8	4,0	14 5/8	2,7	14 1/2	2,6	15 7/8	2,2	14 1/8	2,9	2,4	6,7
8	4,6	4,2	4,5	3,4	3,4	15 7/8	2,7	15 3/8	3,5	15 5/8	3,2	15 1/2	3,8	15 7/8	2,9	15 1/4	4,0	15 5/8	3,0	14 1/8	4,0	3,5	7,2
9	4,4	3,0	4,5	3,0	3,9	14	2,7	14 7/8	3,7	14 3/4	2,7	15 1/8	3,4	15	2,4	14 7/8	4,5	14 7/8	2,7	14 3/4	3,8	3,0	7,0
10	3,9	2,5	4,2	2,8	4,3	16 1/2	2,8	14 7/8	4,0	16	3,2	15 7/8	4,2	16 1/8	2,9	16 1/8	3,6	16 1/2	3,0	15 7/8	3,6	2,6	6,5
11	4,9	3,1	5,0	3,0	4,7	15 5/8	3,2	14 1/8	4,4	16 1/4	3,1	15 3/4	4,7	16 1/8	2,9	14 3/4	4,3	15 1/2	3,2	15 1/8	4,4	3,4	8,4
12	5,0	3,3	4,6	3,6	4,8	16 3/8	3,4	16	4,7	16 3/4	3,5	16 3/8	5,0	16 3/4	2,8	15 7/8	3,9	15 3/8	2,8	15	4,3	3,5	8,3
	54,7	36,9	53,7	37,5	50,3	.	34,7	.	47,6	.	37,8	.	49,9	.	31,7	.	43,4	.	32,5	.	46,5	34,8	.
	91,6		91,2		85,0				85,4				81,6				75,9				81,3		

* Fetter Druck bedeutet, daß die Menge um mindestens 1 kg hinter der Tagesmenge vom 17. Juni bezw. 24. Juni zurückgeblieben ist.

Die Wägungen am 17. und 24. Juni fanden 8 Tage bezw. 1 Tag vor dem Beginn des Versuches statt. Nach der vorstehenden Tabelle ist schon 2 Tage vor der Anwendung des Tuberkulins ein Ausfall in der Milchmenge um mehr als 1 kg eingetreten bei Nr. 7, 8, 9 und 10; 1 oder 2 Tage nach derselben bei sämmtlichen Versuchsthieren, ausgenommen Nr. 4, 10 und 11. Da indeß Unregelmäßigkeiten in dieser Hinsicht nicht selten und insbesondere auch unter den nicht im Versuch stehenden Thieren der betreffenden Milchwirthschaft aufgetreten sind, so kann denselben, soweit sie das einzelne Thier betreffen, eine Bedeutung nicht beigelegt werden. Wohl aber ergiebt sich für die Gesammtheit der 12 Thiere, daß die Milchmenge 2 Tage vor der Tuberkulinwirkung 6 kg weniger betrug als 1 und 8 Tage vor Beginn des Versuchs; ferner, daß sie nach der Einspritzung am 1. Tage um weitere 4 kg, am 2. Tage außer diesen noch um etwa 6 kg weniger und am 3. Tage annähernd so viel wie am 1. Reaktionstage betrug. Der Gesammtausfall an Milch bei den 12 Versuchsthieren in 5 Tagen beträgt etwa 47 kg. Am 1. Versuchstage (25. Juni) haben genauere Wägungen nicht stattgefunden; am 6. Versuchstage (1. Juli) ist die Milch von der Kuh Nr. 1 vor der Wägung bereits abgegeben worden, so daß die Gesammtmenge für diesen Tag zu Vergleichen nicht benutzt werden kann.

Das spezifische Gewicht der Milch dagegen war nennenswerthen Schwankungen nicht unterworfen. Eine Probe Mischmilch aus der Milchwirthschaft zeigte nach dem polizeilichen Milchprober $15^{5}/_{8}$ Grad Als Durchschnittswerthe der morgendlichen und abendlichen Ausbeute bei den 12 Versuchskühen ergeben sich aber

am	26.	Juni	$15^{1}/_{8}$	und	15	Grad
„	27.	„	$15^{6}/_{8}$	„	$15^{1}/_{8}$	„
„	28.	„	$15^{6}/_{8}$	„	$15^{3}/_{8}$	„
„	29	„	$15^{4}/_{8}$	„	$14^{6}/_{8}$	„

Ergebniß der Untersuchungen nach der Schlachtung.

Kuh 1. Rothscheck mit Keilstern, 8–9 Jahr alt, 772 kg schwer, geschlachtet am 2. Juli.

Im hinteren Ende des linken Lungenflügels befindet sich ein 20 mm langer, 6 mm dicker, 15 mm breiter, anscheinend kalkiger Herd im interlobulären Bindegewebe. In der Nähe sitzt ein stark erbsengroßer Knoten von derbem, schwieligem Bindegewebe und mit Schleimhaut ausgekleidet (bronchektatische Kaverne). Zusammenhang mit einem Bronchialzweig nachweisbar; mäßig reichlicher, schleimig-eitriger Inhalt.

Schlundkopfdrüsen von gewöhnlicher Größe; die linke enthält 7 gelbliche, rundliche, scharf umschriebene, nicht über hanfkorngroße, auf die Schnittfläche leicht vorspringende, derbe, speckige, nicht verkäste Herde mit kleinen Blutungen. Eine Gekrösdrüse zeigt an einer haselnußgroßen Stelle einzelne ähnliche Herde.

In mehreren anderen Gekrösdrüsen finden sich graugrüne, hirsekorn- bis grieskorngroße Körner vereinzelt und in Gruppen (gallige Konkremente), sowie streifige und fleckige Röthungen.

Die Unterkiefer-, Mittelfell- und Leberpforten-Lymphdrüsen waren bei der Besichtigung des ausgeschlachteten Thieres bereits entfernt.

Die Leber zeigt chronische Entzündung eines Theiles der Gallengänge und Schwund der betreffenden Lebersubstanz.

In dem kalkigen und dem bronchektatischen Lungenknoten, in den Herden der Schlundkopf- und Gekrösdrüsen sowie in den Lymphdrüsen des Euters sind in Ausstrichpräparaten keine Tuberkelbazillen nachzuweisen.

1 498 g schweres Meerschweinchen erhielt am 2. Juli 4 ccm einer Bouillonaufschwemmung von 2 im Mörser zerriebenen Herden der linken Schlundkopfdrüse in die Bauchhöhle gespritzt. Am 28. Juli

wog das Meerschweinchen nur noch 373 g, am 24 August 380 g. An diesem Tage starb es an allgemeiner Miliartuberkulose (Bazillen).

2 weitere Meerschweinchen wurden auf dieselbe Weise mit Bouillonaufschwemmung aus den beiden Lungenknoten behandelt und ein 4. als Kontrollthier eingestellt. Bei der Tödtung am 29. August, bis zu welcher sie etwa um 1/3 an Körpergewicht zugenommen hatten, erwiesen sich dieselben gesund.

Diagnose: Tuberkulose zweier Lymphdrüsen. Je ein kalkiger und bronchektatischer Knoten in der Lunge. Chronische Entzündung der Gallengänge und der Leber.

Kuh 2, weiß mit rothen Ohren, 7 Jahr alt, 659 kg schwer, geschlachtet am 16. Juli.

Hinter dem linken Schulterblatte, entsprechend der Stelle, an welcher am 28. Juni das Tuberkulin eingespritzt wurde, an einer ungefähr handtellergroßen Fläche starke Füllung der Blutgefäße; Blutaustritt sowie Entzündungserscheinungen sind makroskopisch nicht nachweisbar.

In beiden Schlundkopfdrüsen zahlreiche punktförmige, in einer Unterkieferdrüse streifige, hellrothe Flecke. Beim Darüberstreichen des Messers bleibt dieses von blutiger Verfärbung frei.

Die vordere Lymphdrüse des hinteren Mittelfelles zeigt beim Durchschnitt einen gelbgrauen umschriebenen, derben, in der Mitte in Erweichung begriffenen Knoten. In einer anderen Mittelfelldrüse ein, auf dem Durchschnitt ungefähr Zweipfennigstück großer, gleichmäßig dunkelrother Herd, an welchem im Uebrigen die Drüsensubstanz nicht verändert ist.

In zwei Bronchialdrüsen, vornehmlich im Rindentheil, zahlreiche, zum Theil zusammengeflossene, nicht über erbsengroße, graugelbe, im Innern theils käsige, theils verkalkte Knoten; die übrige Drüsensubstanz lebhaft heller und dunkler geröthet.

Die großen Gallengänge der Leber mit massenhaften, gelbgrünlichen Konkrementen erfüllt, welche zum größten Theil den Wänden fest anhaften und mehrere Leberegel (Distomum hepaticum) enthalten.

Rechtes vorderes Euterviertel derb, reich an sehnig glänzendem Bindegewebe, Drüsenläppchen vielfach geschwunden.

In den Herden der Bronchial- und Mittelfellbrüsen Tuberkelbazillen.

Diagnose: Tuberkulose einiger Lymphdrüsen. Chronische Entzündung der Gallengänge und der Leber, Leberegel. Chronische Entzündung des Euters.

Kuh 3, rothbunt mit kurzen Hörnern (linkes Hornzeichen IV), 7 Jahr alt, 707 kg schwer, geschlachtet am 18. Juli.

An der Injektionsstelle hinter dem linken Schulterblatte eine kleinhandtellergroße Stelle diffus geröthet, indeß ohne Infiltration oder Abszeßbildung.

Große Drüse des hinteren Mittelfelles durch und durch von meist ineinander geflossenen, hanfkorn- bis bohnengroßen, gelben, zumeist in der Mitte, mehrfach schon in ganzem Umfang verkästen Knoten durchsetzt. Dieselbe Beschaffenheit zeigt eine Bronchialdrüse; eine zweite solche sowie eine Lymphdrüse der Leberpforte ist gleichfalls von reichlichen Knoten durchsetzt und das umgebende Drüsengewebe in seiner Gesammtheit dunkelroth gefärbt (Gefäßerweiterung und Blutaustritt).

An den scharfen Rändern beider Lungenflügel zahlreiche fadenartige und gelappte, schwammige und derbe, zum Theil körnig sich anfühlende, graurothe Auflagerungen und Anhängsel. In der Nähe des oberen Randes des linken vorderen Lungenlappens ein kugeliger, 5 cm dicker, gelbweißer, käsig-kalkiger Knoten, von welchem sich auf dem Durchschnitt reichlich schmierige Massen abstreifen lassen.

In den Knoten der Lymphdrüse der Leber und in dem Lungenknoten Tuberkelbazillen.

Diagnose: Tuberkulöser Herd in der Lunge, Tuberkulose einiger Lymphdrüsen, Verwachsung der Lungenränder.

Kuh 4, roth und weiß, mit Bläſſe, 6 Jahr alt, 640 kg schwer, geschlachtet am 16. Juli.

In zwei hinteren Mittelfelldrüsen mehrere, hanfkorngroße, graugelbliche, umschriebene, derbe Knötchen; ebensolche, indeß mehr gelb, käsig und zum Theil verkalkt, in 3 Bronchialdrüsen.

Der linke Lungenflügel zeigt bindegewebige Verwachsungen des Hauptlappens mit dem Vorderlappen und auf der freien Fläche jenes Lappens theils pseudomembranöse, theils flache sammetartig sich anfühlende Auflagerungen.

In mehreren Gekrösdrüsen reichliche, bis erbsengroße, graugelbe, zum Theil erweichte Knoten.

Beide hintere Euterviertel derb, auf dem Durchschnitt beträchtlich vermehrtes Bindegewebe und geschwundene Drüsensubstanz zeigend.

In den Knötchen der Bronchial- und Mittelfelldrüsen Tuberkelbazillen.

Diagnose: Tuberkel in einigen Lymphdrüsen. Verwachsung eines Lungenlappens mit der Umgegend. Chronische Entzündung im Euter.

Kuh 5, rothbunt mit langem Stern (linkes Hornzeichen V. O. M. H.), 7 Jahr alt, 692 kg schwer, geschlachtet am 11. Juli.

An der Injektionsstelle hinter dem linken Schulterblatt eine kleinhandtellergroße Zone stärkerer Röthung; keine Schwellung, Infiltration oder Abszeßbildung.

Eine Unterkieferdrüse und zwei Mittelfelldrüsen lebhaft streifig geröthet.

Nahe der Spitze des Vorderlappens des rechten Lungenflügels eine fünfmarkstückgroße, oberflächliche narbige Einziehung; eine ebensolche mit leichten, körnigen und hautähnlichen Bindegewebsauflagerungen am scharfen Rand nahe dem hinteren Ende des linken Hauptlappens. In der Lunge vereinzelte, bis hirsekorngroße, grauweiße, umschriebene, derbe Knötchen.

Am Herzbeutel, namentlich in der Nachbarschaft des Aorten-Durchtrittes, fadenartige, geröthete Bindegewebsneubildungen.

Die große Lymphdrüse an der Leberpforte punktförmig und streifig geröthet.

Im rechten vorderen Euterviertel ein als doppelt mannsfaustgroß durchzufühlender, sehr derber Knoten. Auf dem Durchschnitt erweist sich derselbe der Hauptsache nach aus schwieligen, glänzenden Bindegewebssträngen bestehend, zwischen denen kleine Inseln gelblich verfärbten, derber anzufühlenden Drüsengewebes zurückgeblieben sind. In narbigsackigen Ausbuchtungen der Milchgänge und in diesen selbst liegen gelbe, schleimig-eitrige und weiße, oft pfropfartig geballte Gerinnsel.

In den Lungenknötchen und in Ausstrichpräparaten aus den Gerinnseln des Euters keine Tuberkelbazillen nachzuweisen.

1 600 gr wiegendes Meerschweinchen erhielt 3 ccm einer concentrirten Bouillonemulsion, welche aus einem Eiterpfropf des erkrankten Euterviertels hergestellt war, am 11. Juli in die Bauchhöhle eingespritzt. Am 28. Juli wog dasselbe nur noch 560 gr. Am 3. August starb es an frischer Miliartuberkulose (Bazillen). 2 weitere Meerschweinchen, welche in derselben Weise mit hautartigen Auflagerungen vom Lungenfell und der Aorta behandelt worden waren und am 11. August getödtet wurden, erwiesen sich gesund.

Diagnose: Tuberkulöse Entzündungen im Euter. Miliare Knötchen in der Lunge. Chronische Entzündung und Verwachsung an der Oberfläche der Lunge und des Herzbeutels.

Kuh 6, roth und weiß, mit stark nach vorne gerichteten Hörnern, 8 Jahr alt, 595 kg schwer, geschlachtet am 7. Juli.

An der Injektionsstelle hinter dem linken Schulterblatt eine handtellergroße, geröthete, an mehreren Stellen graugelb verfärbte Zone; nirgends Infiltrat oder Abszeßbildung.

In beiden hinteren Mittelfelldrüsen hirsekorn- bis erbsengroße, zum Theil ineinandergeflossene, gelbe, in der Mitte käsige oder verkalkte Knoten; in einzelnen derselben frische punktförmige Blutaustritte. Das umgebende Drüsengewebe fühlt sich etwas härter an.

Am hinteren Ende des scharfen Randes des rechten Lungenflügels ein hühnereigroßer, scharf umschriebener Knoten, der auf dem Durchschnitt fächerig getheilt, von käsigen gelbgrauen, zum Theil mit Blut gemischten Massen gefüllt erscheint. Zwei ähnliche, reichlich wallnußgroße Knoten finden sich in der Mitte, beziehentlich am hinteren scharfen Rande des linken Hauptlappens.

Die größeren Gallengänge in der Leber zeigen verdickte, mit kalkigen Konkrementen belegte Wandungen.

In drei Gekrösdrüsen vereinzelte bis erbsengroße, im Innern theils verkäste, theils verkalkte Knötchen.

In der Nähe des einen schmalen Randes der Milz ein erbsengroßer, gelblicher, verkalkter Knoten.

In den Knoten der Gekrösdrüsen Tuberkelbazillen.

Diagnose: Tuberkulöse Herde in der Lunge und in Gekrösdrüsen. Chronische Entzündung der Gallengänge.

Kuh 7, roth und weiß, mit Stern, rechts nur einen kurzen Hornzapfen, 7 Jahr alt, 645 kg schwer, geschlachtet am 14. Juli.

In beiden hinteren Mittelfelldrüsen zahlreiche, nicht über hanfkorngroße, grau-gelbliche, im Innern meist erweichte, seltener verkalkte Knötchen; das umgebende Gewebe streifig geröthet. Die Gallengänge größtentheils mit verdickten, innen von kalkigen Konkrementen bedeckten Wandungen.

In einer Gekrösdrüse ein hirsekorngroßes, grau-weißliches, derbes Knötchen.

In dem Knötchen der Gekrösdrüse spärliche Tuberkelbazillen.

Diagnose: Tuberkel in einer Lymphdrüse. Chronische Entzündung der Gallengänge.

Kuh 8, weiß und roth, mit Keilstern, eine Kerbe im linken Ohre, 7 Jahr alt, 660 kg schwer, geschlachtet am 4. Juli.

In der Mitte des rechten Lungenflügels ein taubeneigroßer, weißgelber, weichkäsiger Herd, der sich pfropfartig aus seiner Hülle entleert. Die Wand der letzteren ist dünn, glatt, dunkelroth und steht mit einem Bronchus in offener Verbindung (bronchektatische Kaverne). Der Inhalt besteht aus zum Theil schiefergrauen und braunen käsigen Massen. 2 cm von der Kaverne entfernt ein hanfkorngroßes, gelbes, scharfumschriebenes, derbes Knötchen.

In einer Gekrösdrüse je zwei erbsen- und stecknadelkopfgroße, gelbe, zum Theil verkäste, im Innern eine kleine frische Blutung zeigende Knoten.

In den käsigen Herden der Lunge und der Lymphdrüse in Ausstrichpräparaten keine Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Je 1 398 g und 375 g schweres Meerschweinchen erhielten am 4. Juli 2 ccm Bouillonemulsion aus einem zerriebenen käsig-kalkigen Herde einer Gekrösdrüse in die Bauchhöhle eingespritzt. Am 28. Juli wog das erste nur noch 385, das zweite 315 g. Dieses starb am 6. August an Tuberkulose der Bauchorgane (Bazillen), jenes wurde getödtet und mit allgemeiner Miliartuberkulose (Bazillen) behaftet gefunden. 1 weiteres ebenso behandeltes Meerschweinchen, bei welchem indeß von der Injektionsflüssigkeit zufällig ein Theil in das Unterhautgewebe drang, wurde bei der Tödtung am 31. August gleichfalls mit allgemeiner Miliartuberkulose (Bazillen) behaftet gefunden.

2 in der angegebenen Weise am 4 Juli mit käsigen Massen aus der Lunge behandelte Meerschweinchen sind am 9. bezw. 20. Juli an septischer Bauchfellentzündung zu Grunde gegangen.

Diagnose: Tuberkulose einer Lymphdrüse. Eine bronchektatische Höhle in der Lunge.

Kuh 9, roth und weiß, mit Stern (linkes Hornzeichen I) 9 Jahr alt, 675 kg schwer, geschlachtet am 14. Juli.

An der Injektionsstelle hinter dem linken Schulterblatt im Unterhautzellgewebe eine fünfmarkstückgroße, nicht scharf umschriebene Zone mäßiger Röthung.

Am hinteren Ende des linken Hauptlappens ist das Lungengewebe in der Ausdehnung einer starken Mannsfaust ödematös und stärker geröthet. Ein diesem Bereiche angehörender Bronchialast enthält ein grünes, anscheinend vom Futter stammendes Blatttheilchen.

Ein größerer Theil der Gallengänge zeigt stark verdickte, mit Konkrementen belegte Wandungen.

Die Milzkapsel trägt reichliche, kleinflockige und hautähnliche, stark geröthete, weich sich anfühlende, bindegewebige Wucherungen. An dem einen stumpfen Ende der Milz sitzt, von Milzgewebe umgeben, eine ovale, scharf umschriebene und vom gesunden Gewebe leicht loslösbare Geschwulst von der Größe 6×6×8 cm. Die Geschwulst ist derb markig, theilweise von lappigem Bau und läßt auf dem Durchschnitt zwei Zonen unterscheiden: eine dunkelgraurothe peripherische, von ungefähr $1^1/_2$ cm Breite, und eine tiefbraunrothe Innenzone. In dem bezeichneten Rindentheile lassen sich ferner zahlreiche, nicht ganz stecknadelknopfgroße, bläulich-graue mattglänzende Knötchen erkennen.

Im linken vorderen Euterviertel vermehrtes derbes Bindegewebe, dazwischen gelblich verfärbte, zum Theil beträchtlich verkleinerte, härter anzufühlende Drüsenläppchen; die Milchgänge theilweise mit gelben, schleimig-eitrigen, weißliche Flocken enthaltenden Pfröpfen gefüllt.

In den Pfröpfen und in Schnittpräparaten aus dem Euter keine Tuberkelbazillen, wohl aber Streptokokken.

Von 3 Meerschweinchen erhielt je eines am 14. Juli fadenartige Anhängsel der Milzkapsel, Eiter aus dem Euter sowie Eutersubstanz mit 2 ccm Bouillon zerrieben in die Bauchhöhle eingespritzt. Am 11. September wurden dieselben getödtet und gesund befunden. Sie hatten inzwischen fast das Doppelte an Körpergewicht erreicht.

Diagnose: Keine Tuberkulose. Entzündliches Oedem an einer Stelle des Hauptlappens der linken Lunge infolge Einathmung eines Fremdkörpers. Chronische Entzündung der Gallengänge. Chronische Entzündung der Milzkapsel. Hämorrhagisches Lymphosarkom der Milz. Chronische, eitrige Entzündung im Euter.

Kuh 10, weiß und roth (linkes Hornzeichen II), 6 Jahr alt, 602 kg schwer, geschlachtet am 9. Juli.

Am rechten vorderen Lappen der Lunge eine unregelmäßig begrenzte, kleinhandtellergroße, luftleere (atelektatische) Stelle. Im mittleren linken Lappen ein von derbem Bindegewebe umgebener, erbsengroßer, mit dicken käsigen Massen gefüllter Hohlraum. Die Verbindung mit einem Bronchialast ist nicht nachweisbar.

Auf der Innenfläche des Herzbeutels, der Herzbasis entsprechend, an einer fünfmarkstückgroßen Stelle, zottige, faden- und hautartige bindegewebige Wucherungen von schwachröthlicher Farbe.

In der großen hinteren Mittelfelldrüse mehrere bis hanfkorngroße rundliche, graugelbe, käsige Pfröpfe.

Milzkapsel verdickt.

Mehrere Gekrösdrüsen ausgedehnt punktförmig und streifig geröthet.

Im linken hinteren Euterviertel die bindegewebige Stützsubstanz beträchtlich vermehrt und in weißen, sehnig glänzenden, unregelmäßigen Zügen die Inseln der gelblich verfärbten Drüsensubstanz einschließend. An der Innenfläche des Zitzenkanals, dessen Wandungen in seinem oberen Ende buchtig und fächerig sind, treten solche Inseln vielfach als reihenweise angeordnete, gelbgraue, derbe Knötchen hervor. An verschiedenen Stellen dieses Drüsentheiles quellen beim Durchschnitt schleimig eitrige Flocken, beziehentlich Pfröpfe hervor.

In dem Eiterpfropf aus der Lunge und in käsig-kalkigen Knoten aus der Mittelfelldrüse in Ausstrichpräparaten ziemlich reichlich Tuberkelbazillen; dagegen nicht in den Lymphdrüsen des Gekröses und im Euter. Im Eiter aus dem Euter zahlreiche Streptokokkenschlingen; in der Leber und Lunge vereinzelte Streptokokkenglieder.

Ein Meerschweinchen erhielt 3 ccm Bouillonemulsion aus dem Eiterpfropf der Lunge am 9. Juli in die Bauchhöhle eingespritzt. Dasselbe wurde am 28. August getödtet und mit Miliartuberkulose (Bazillen), insbesondere in der Bauchhöhle behaftet gefunden. Eine erhebliche Gewichtsabnahme war nicht eingetreten.

Ein weiteres, 322 g schweres Meerschweinchen wurde an demselben Tage mit 2 ccm Bouillonemulsion aus den Knoten der Mittelfelldrüse in der angegebenen Weise behandelt und bei der Tödtung am 25. August mit frischer Miliartuberkulose (Bazillen) behaftet gefunden. Das Körpergewicht hatte um 13 g zugenommen.

Ein drittes, in derselben Weise mit Drüsensubstanz aus dem erkrankten Euterviertel behandeltes Meerschweinchen erwies sich bei der Tödtung am 47. Tage gesund.

Diagnose: Ein tuberkulöser und ein atelektatischer Herd in der Lunge. Tuberkel in der hinteren Mittelfelldrüse. Zottige Wucherungen am Herzbeutel. Chronische eitrige Entzündung im Euter.

Kuh 11, roth mit weißem Bauch, Flocke, 6 Jahr alt, 560 kg schwer, geschlachtet am 7. Juli.

Eine der hinteren Mittelfelldrüsen fühlt sich härter an, ist auf dem Durchschnitt stellenweise punkt- und streifenförmig geröthet. Eine Bronchialdrüse zeigt ein hanfkorngroßes, leicht ausschälbares gelbes, im Innern erweichtes Knötchen.

Die Lymphdrüsen der Leberpforte sind mehr oder weniger stark geröthet.

Ein Theil der größeren Gallengänge zeigt verdickte, mit Konkrementen belegte Wandungen und enthält mehrere Leberegel.

Gekrösdrüsen durchweg streifig oder herdweise geröthet.

Euter zu ²/₃ seines Umfanges, besonders in der linken Hälfte, von stark verdickten Bindegewebszügen durchzogen; die noch vorhandene Drüsensubstanz graubräunlich verfärbt. Aus den noch offenen Milchgängen quillt nur spärlich Milch hervor. Die Gänge sind zum Theil narbig verödet, zum Theil mit schleimig-eitrigen, gelbweißlichen Pfröpfchen gefüllt.

In etwa 90 Ausstrichpräparaten aus den Mittelfell- und Gekrösdrüsen, sowie der Eutersubstanz keine Tuberkelbazillen; im Eiter aus dem Euter und in der Mittelfelldrüse Streptokokkenglieder.

Der einzige käsig-kalkige Herd einer Bronchialdrüse, sowie ¼ ccm Drüsensubstanz wurden mit 4 ccm Bouillon verrieben am 7. Juli in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens eingespritzt. Letzteres starb am 28. August und zeigte eine von der Bauchhöhle ausgehende allgemeine Miliartuberkulose (Bazillen).

In ähnlicher Weise wurden 2 Meerschweinchen mit Substanz aus den Lymphdrüsen des Mittelfells und der Leberpforte und 4 weitere mit schleimig-eitrigen Pfröpfen bezw. mit Drüsensubstanz aus dem kranken Euter behandelt und am 29. August sämmtlich getödtet. Je ein Meerschweinchen dieser und jener Reihe zeigte kalkige Konkremente in einer Gekrösdrüse, die übrigen waren vollständig gesund.

Diagnose: Ein Tuberkel in den Bronchialdrüsen. Fleckige und streifige Röthung verschiedener Lymphdrüsen. Chronische Entzündung der Gallengänge, Leberegel (Distomum hepaticum). Chronische, eitrige Entzündung im Euter.

Kuh 12, roth ohne Abzeichen, Hörner stark nach vorne gekrümmt, 4 Jahr alt, 615 kg schwer, geschlachtet am 9. Juli.

An den scharfen Rändern und in der Nähe der stumpfen Ränder beider Hauptlappen der Lunge, sowie auf der Zwerchfellfläche des rechten Hauptlappens zahlreiche, lebhaft rothe, schwammig-zottige, faden- und hautartige Bindegewebs-Neubildungen. Durch ebensolche ist der Mittellappen an seiner unteren Fläche mit den benachbarten Theilen des rechten Lungenflügels verwachsen. Aehnliche Neubildungen sitzen ferner in großer Menge auf der vorderen Fläche des Zwerchfelles. Im rechten Hauptlappen der Lunge ist das Gewebe in der Nähe des oberen Randes in größerem Umfange luftleer

(atelektatisch); im linken Hauptlappen, hinten und in der Nähe des scharfen Randes, sitzt ein etwa haselnußgroßer, derber Knoten, der auf dem Durchschnitt fächeriges Gefüge zeigt, tiefbraunroth gefärbt ist und zahlreiche kleine, gelbe, käsige, zum Theil verkalkte Pfröpfe enthält. Auch das benachbarte Lungengewebe ist ringsum in einer Ausdehnung von 1 bis 2 cm sehr blutreich.

Die große hintere und die vorderen Mittelfelldrüsen enthalten vereinzelte, bis erbsengroße, theils käsige, theils verkalkte Knötchen. Eine Drüse des vorderen Mittelfells ist tiefbraunroth und prall elastisch gespannt.

Leberüberzug mit zahlreichen, röthlichen, schwammigen Zotten und hautartigen Anhängseln von Bindegewebe besetzt.

Milzkapsel verdickt und mit ähnlichen Bindegewebswucherungen bedeckt.

Im hinteren rechten Euterviertel vermehrtes Bindegewebe und theilweise geschwundenes gelblich verfärbtes Drüsengewebe; eine krankhafte Ausscheidung ist nicht nachzuweisen.

In verschiedenen Ausstrichpräparaten keine Tuberkelbazillen und Streptokokken nachweisbar.

Einem Meerschweinchen wurden am 9. Juli 4 ccm einer Bouillonemulsion aus dem zerstampften, käsige Pfröpfe enthaltenden Lungenknoten in die Bauchhöhle eingespritzt. Am 24. August wog das Anfangs 272 g schwere junge Versuchsthier 350 g. Am 10. September wurde dasselbe getödtet und mit typischer allgemeiner Tuberkulose (Bazillen) behaftet gefunden.

In ähnlicher Weise wurden an demselben Tage 3 Meerschweinchen mit Bouillonemulsionen aus den faden- und hautartigen Bindegewebsneubildungen, und 2 weitere mit blutreicher Substanz aus den Bronchialdrüsen behandelt, und mit Ausnahme eines am 11. Juli an septischer Bauchfellentzündung verendeten Thieres der ersterwähnten Versuchsreihe bei der Tödtung am 12. September gesund befunden.

Diagnose: Ein tuberkulöser Herd und eine atelektatische Stelle in der Lunge. Tuberkel in den Mittelfelldrüsen. Chronische Entzündung des Brustfells, der Leber- und Milzkapsel. Schwund eines Euterviertels infolge abgelaufener chronischer Entzündung.

Uebersicht über die Ergebnisse der III. Versuchsreihe.

Nummer des Versuchsthiers.	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der Einspritzung. °C	Zeit des Eintritts der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden	Zu- (+) u. Ab- (—) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C[1]	Tuberkulöser Befund am geschlachteten Thiere.	Anderweitiger Befund am geschlachteten Thiere.	Impfungen von Meerschweinchen mit verdächtigem Material und deren Ergebnisse.
1	39,1	16	— 0,4	Tuberkel in 2 Lymphdrüsen. In Ausstrichpräparaten keine Bazillen.	Chronische Entzündung der Gallengänge.	1 Fall von allgemeiner Miliartuberkulose (Bazillen).
2	41,1	16	+ 2,6	Tuberkel in einigen Lymphdrüsen (Bazillen).	Wie oben. Chronische Entzündung des Euters.	—
3	41,9	13	+ 3,3	Tuberkel in einigen Lymphdrüsen und in der Lunge (Bazillen).	—	—
[2]4	41,4	16	+ 2,3	Tuberkel in einigen Lymphdrüsen (Bazillen).	Chronische Entzündung des Euters und Verwachsungen am Brustfell.	—
5	41,3	13	+ 2,1	Chronische Entzündung des Euters. Miliare Knötchen in der Lunge. In Ausstrichpräparaten keine Bazillen.	Verwachsungen am Brustfell.	1 Fall von Miliartuberkulose (Bazillen) aus einem Eiterpfropf des Euters.
6	41,1	13	+ 2,6	Tuberkel in der Lunge und in Gekrösdrüsen (Bazillen).	Chronische Entzündung der Gallengänge.	—

[1]) Dem Vergleiche ist der höchste Stand der Körperwärme am vorhergehenden Tage zu Grunde gelegt.
[2]) 58 Stunden nach der Einspritzung ist die Körperwärme abermals, und zwar auf 40,9 gestiegen.

Noch: Uebersicht über die Ergebnisse der III. Versuchsreihe.

Nummer des Versuchsthieres.	Höchster Stand der Körperwärme am Tage nach der Einspritzung. °C	Zeit des Eintritts der höchsten Körperwärme nach der Einspritzung. Stunden	Zu- (+) u. Ab- (—) nahme der höchsten Körperwärme gegenüber dem vorhergehenden Tage. °C[1]	Tuberkulöser Befund am geschlachteten Thiere.	Anderweitiger Befund am geschlachteten Thiere.	Impfungen von Meerschweinchen mit verdächtigem Material und deren Ergebnisse.
[2])7	41,5	13	+2,6	Tuberkel in einer Lymphdrüse (Bazillen).	Chronische Entzündung der Gallengänge.	—
8	39,2	19	—0,3	Tuberkel in einer Lymphdrüse. In Ausstrichpräparaten keine Bazillen.	Bronchektasie.	2 Fälle von allgemeiner Miliartuberkulose. 1 Fall von Tuberkulose der Bauchorgane (Bazillen).
9	41,0	16	+2,1	—	Chronische Entzündung der Gallengänge, der Milzkapsel und des Euters. Lymphosarkom in der Milz. Keine Bazillen in den Ausstrich- und Schnittpräparaten aus dem Euter (Streptokokken).	3 Meerschweinchen blieben gesund.
[3])10	41,2	13	+2,4	Tuberkel in der Lunge und in Lymphdrüsen (Bazillen).	Atelektase, chronische Entzündung des Euters (Streptokokken), Verwachsungen am Brustfell.	2 Fälle von Miliartuberkulose (Bazillen).
11	40,7	16	+2,1	1 Tuberkel in den Bronchialdrüsen. In Ausstrichpräparaten keine Bazillen.	Chronische Entzündung der Gallengänge und des Euters (Streptokokken).	1 Fall von Miliartuberkulose (Bazillen).
[4])12	41,3	16	+2,6	Tuberkel in Lunge und Lymphdrüsen. In Ausstrichpräparaten keine Bazillen.	Chronische Entzündung des Euters (keine Streptokokken), Verwachsungen am Brust- u. Bauchfell.	1 Fall von Miliartuberkulose (Bazillen).

[1]) Dem Vergleiche ist der höchste Stand der Körperwärme vom vorhergehenden Tage zu Grunde gelegt.
[2]) 49 Stunden nach der Einspritzung ist die Körperwärme abermals, und zwar auf 41,2 gestiegen.
[3]) 58 " " " 39,9.
[4]) 49 " " " 39,8.

Von den 12 Kühen dieser Versuchsreihe haben somit 10 in ausgesprochener Weise reagirt, 2 (Nr. 1 und 8) nicht; 11 sind tuberkulös befunden worden, darunter die 2 nicht reagirenden (vergl. indeß deren besondere Verhältnisse weiter unten); eines (Nr. 9), welches reagirt hatte, war nicht tuberkulös. In 75,0 pCt. der Fälle hat sich daher das Tuberkulin auch bei solchen Thieren als diagnostisches Hilfsmittel brauchbar erwiesen, welche äußerlich vollständig gesund erschienen. Bemerkenswerth ist, daß in allen Fällen die tuberkulöse Erkrankung sich auf einige kleine Herde beschränkte, die ohne besonders sorgfältige Untersuchung der in dichte Fettlagen eingehüllten Lymphdrüsen der Wahrnehmung wohl größtentheils entgangen wären. In 5 Fällen konnten nicht einmal Tuberkelbazillen in Ausstrichpräparaten nachgewiesen werden, und erst die Verimpfung von verdächtigem Materiale auf Meerschweinchen

führte zu sicheren Ergebnissen. Das Tuberkulin hat sich somit in denjenigen Fällen, in welchen eine Steigerung der Körpertemperatur eingetreten war und die Thiere nach der Schlachtung mit tuberkulösen Herden behaftet befunden wurden, als besonders feines Reagens erwiesen. Indeß ist nicht nur bei diesen Thieren eine Temperatursteigerung von über 2 Grad eingetreten, und hat bei 8 Thieren 41 Grad und darüber erreicht, sondern auch bei dem nicht tuberkulösen reagirenden Thiere Nr. 9. Eine eigenartige Erscheinung boten die nicht reagirenden tuberkulösen Thiere Nr. 1 und 8. Beide hatten schon vor der Anwendung des Tuberkulins eine krankhaft gesteigerte Körperwärme (39,5°) und ließen auf dieselbe ein Sinken der letzteren erkennen. Hinsichtlich des anatomischen Befundes unterschieden sie sich nicht wesentlich von den übrigen tuberkulös befundenen Thieren. Bei Nr. 9 wurde außer chronischer Entzündung der Gallengänge und der Milzkapsel, noch eine chronische Entzündung des Euters, sowie ein hämorrhagisches Lymphosarkom in der Milz festgestellt. Chronische Entzündung der Gallengänge wurden ferner in 5, und chronische Entzündung des Euters in 6, Verwachsungen am Brust- und Bauchfell in 4 weiteren Fällen vorgefunden. Bei Nr. 5 erwies sich das Euter tuberkulös infizirt und bildete den einzigen nachweislich tuberkulösen Herd des betreffenden Thieres. Bei der Mehrzahl der übrigen euterkranken Thiere waren Streptokokken im Sekret enthalten. Ob und inwieweit das erhebliche Ansteigen der Körperwärme durch die besondere Beschaffenheit der Versuchsthiere als Fettvieh, die außergewöhnlich hohe Stalltemperatur (s. o.), die Qualität des Tuberkulins und dergleichen, ferner ob der Nichteintritt der Reaktion bei Nr. 1 und 8 (vergl. auch Nr. 38 der II. Versuchsreihe) durch das vorangegangene Fieber bedingt war, bleibt dahingestellt.

Zweiter Theil. Versuche in Karlsruhe und Mannheim.

Berichterstatter: Dr. A. Lydtin,
Großherzoglich badischer Oberregierungsrath, a. o. Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

I. Erster Versuch in Karlsruhe.

Zusammengestellt aus den jeweils nach Abschluß eines Versuchstheils erstatteten ausführlichen Berichten von Dr. H. Kurth,
Königlich preußischer Stabsarzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Im März v. J. sind im Großherzogthum Baden im Auftrage des Großherzoglichen Ministeriums des Innern Versuche mit dem Koch'schen Tuberkulin an Rindern angestellt worden, um zu entscheiden, ob und inwieweit dieses Mittel zur Erkennung der Rindertuberkulose sich verwerthen lasse. Diese Arbeit ist nach dem im Kaiserlichen Gesundheitsamte aufgestellten Plane von 2 Gesichtspunkten aus in Angriff genommen, nämlich erstens, die Größe der Gabe des Tuberkulins zu finden, welche erforderlich ist zur Erzeugung der eigenthümlichen Folgeerscheinungen bei tuberkulösen Thieren, und zweitens, die Unterschiede im Verhalten der kranken und der gesunden Thiere dem Mittel gegenüber festzustellen. Die Leitung des Versuches war dem Berichterstatter übertragen. Die physikalisch-chemische Untersuchung des Harns und der Milch besorgte die Groß-

herzoglich chemisch-technische Prüfungs- und Versuchsanstalt an der technischen Hochschule in Karlsruhe. Die bakteriologischen Untersuchungen fanden in der bakteriologischen Abtheilung der genannten Anstalt statt. Bei der Ueberwachung, Aufnahme der Lebenserscheinungen der Versuchsthiere, sowie bei der Oeffnung derselben wirkten außer dem veterinär-technischen Assistenten im Ministerium des Innern, Herr Bezirksthierarzt **Hafner**, noch weitere Thierärzte von Karlsruhe mit.

Der Versuch ist an insgesammt 36 Stück Rindvieh angestellt, und zwar der erste Theil an 12 (um hauptsächlich die Größe der erforderlichen Gabe des Tuberkulin zu erforschen), der 2. Theil an 24 Stück (um vorzugsweise das Verhalten gesunder und kranker nach der Einspritzung von Tuberkulin zu prüfen.) Die ersteren 12, von der Großherzoglichen Regierung zu diesem Zweck angekauften Thiere, sind 3 Mal der Impfung mit Tuberkulin unterworfen worden, nämlich am 3. März, Abends 9—10 Uhr, am 13. März, Abends 11—12 Uhr und am 20. März, Abends gegen 8 Uhr.

Die Thiere waren vor Beginn des Versuchs einer eingehenden körperlichen Untersuchung unterworfen und außerdem an den 3 der Einspritzung vorhergehenden Tagen, während welcher sie, wie während des ganzen Versuchs, gemeinsam im Versuchsstalle gestanden hatten, in Bezug auf Gewicht, Körperwärme, Puls und Athem, Menge und Beschaffenheit der körperlichen Auswurfstoffe und der abgesonderten Milch u. s. w. sorgfältig beobachtet. In den auf die Einspritzung folgenden 24 Stunden wurde diese Beobachtungsweise verschärft, dergestalt, daß z. B. die Körperwärme nunmehr stündlich, statt wie bisher 3stündlich, die Zahl der Pulse und der Athemzüge 3stündlich, statt wie bisher 12stündlich, aufgezeichnet wurden. Die Bestimmungen des Gewichts sind im Allgemeinen um 6 Uhr Abends, bei nüchternem Zustande der Thiere, gemacht worden.

24 Stunden nach der dritten Einspritzung (am 23. März) wurde mit der Schlachtung der Versuchsthiere begonnen, am 28. März war dieselbe beendet.

Die Thiere waren hinsichtlich des Gesundheitszustandes so ausgewählt, daß 8 perlsuchtverdächtig, 2 gesund und 2 anderweitig krank sein sollten.

Die Größe der eingespritzten Gabe wurde in den 3 Versuchen bei jedem der Thiere Nr. 1 bis 12 ein- oder auch zweimal verändert. Die Gaben wechselten von 0,1 bis 0,6 ccm. Das zur Einspritzung verwendete Tuberkulin wurde mit 9 Raumtheilen ½prozentiger Karbolsäure verdünnt. Als Ort der Einspritzung wurde die Unterhaut der Schultergegend gewählt, und zwar wurde bei den verschiedenen Versuchen jedesmal die Stelle gewechselt.

Von den weiter erwähnten 24 Kühen, welche zum 2. Theil des Versuchs verwendet sind, waren 5 (A—E) anscheinend brustkrank, bezw. perlsuchtverdächtig, während die übrigen 19 (1B bis 19B) gesund oder doch nicht perlsuchtverdächtig zu sein schienen. Die kranken Kontrolthiere A—E wurden zugleich mit in den Rahmen des an den Thieren 1—12 angestellten Versuchs hineinbezogen, dergestalt, daß je 2, bezw. eines derselben zugleich mit den 12 anderen geimpft und jedesmal 2—6 Tage nach der Einspritzung geschlachtet wurden.

Die anscheinend gesunden anderen 19 Kühe (1B bis 19B) gehörten dem Bestande der Milchkuranstalt B an. Sie waren reichlich genährt, ziemlich schwer und wie gesagt, nicht perlsuchtverdächtig. Von diesen sind die ersten 5 (Nr. 1B bis 5B) am 12. März,

Abends 8 Uhr, die anderen am 22. März, Abends 7 Uhr, sämmtlich mit der Gabe von 0,5 ccm Tuberkulin in derselben Weise wie die Thiere 1—12 geimpft.

Die Kontrole des Impfversuches bei den 19 Kühen Nr. 1B—19B durch nachfolgende Schlachtung konnte nicht so regelmäßig wie bei den vorausgegangenen Versuchen ausgeführt werden. Der Besitzer der sehr werthvollen und meistens im vollen Milchertrage stehenden Kühe mochte sich schon wegen seines Geschäftsbetriebes und des schwierigen Wiederersatzes der geschlachteten Thiere nicht entschließen, die geimpften Stücke in kurzer Zeit hintereinander abzuschlachten. Es kamen deshalb zunächst nur diejenigen Thiere zur Schlachtung, welche nach der Impfung Reaktionserscheinungen gezeigt hatten, zunächst 2 Stücke, Nr. 3B und 5B, und hierauf 7 weitere, wovon die Thiere Nr. 9B, 10B, 13B und 15B in Frankfurt a. M., 4B, 12B und 19B in Karlsruhe im Laufe des Monat Mai geschlachtet wurden. Gegen eine Entschädigung, welche über 1000 M. betrug, ließ sich der Besitzer der Milchkuranstalt endlich herbei, auch die übrigen Thiere, welche nicht reagirt hatten, zu schlachten und zwar im Vorsommer die Thiere 6B, 7B und 17B und am Anfang August des Jahres auch die Thiere 1B, 2B, 8B, 11B, 14B, 16B und 18B. Das Thier 18B wurde in Frankfurt geschlachtet und dort von dem Königlichen Kreisthierarzt, Professor Dr. Leonhardt untersucht. Die übrigen 6 Thiere (1B, 2B, 8B, 11B, 14B und 16B) wurden im Schlachthause zu Karlsruhe getödtet und daselbst von dem thierärztlichen Assistenten bei dem Großherzoglichen Ministerium des Innern, Bezirksthierarzt Hafner, sezirt. Da seit der Impfung der letztgenannten 6 Thiere über 4 Monate Zeit verflossen war, wurden sie einer abermaligen Impfung mit 0,5 ccm Tuberkulin am 1. August v. J., d. h. kurz vor ihrer Abschlachtung unterworfen. Ueber die in Frankfurt geschlachteten Thiere gab der Königliche Kreisthierarzt Professor Dr. Leonhardt daselbst die nöthige Auskunft.

Bei der Beobachtung des Gesundheitszustandes und des Impfverlaufes bei den 24 Thieren des 2. Versuchs ist in ähnlicher Weise, wie bei den 12 Thieren des ersten Versuchs verfahren worden.

Ueber die Ergebnisse des Versuchs ist Folgendes zu berichten:

Von den Versuchsthieren Nr. 1 bis 12 haben die Versuchsthiere Nr. 1, 5 und 6 bei jeder Impfung reagirt. Bei 2 Impfungen (von 3) reagirten die Thiere Nr. 4, 8 und 10. Die genannten 6 Versuchsthiere waren nach dem Sektionsbefunde unzweifelhaft mit Tuberkulose behaftet.

Nur nach einer Impfung (unter 3 Impfungen) reagirten die Thiere Nr. 2, 7 und 9.

Von diesen Thieren waren nach dem Sektions- und mikroskopischen Befunde die Versuchsthiere Nr. 2 und 7 tuberkulös, während Nr. 9 blos weiße härtliche Knötchen anscheinend nicht tuberkulöser Art (siehe Sektionsbericht) in der Darmwand zeigte. Das fragliche Thier stand wahrscheinlich an dem kritischen Tage unter dem Einflusse der Infektion durch Maul- und Klauenseuchegift; es erkrankte nämlich bald darauf an Maul- und Klauenseuche thatsächlich, wenn auch sehr geringgradig, und zeigte einen Tag vor der merkbaren Erkrankung eine ebenso hohe Körperwärme wie in der kritischen Zeit nach der ersten Impfung. Nach den beiden folgenden Impfungen trat eine Reaktion bei dem Thiere nicht mehr ein. Daß die Ursache der Temperaturzunahme, welche bei

dem Versuchsthiere Nr. 9 am 4. März beobachtet wurde, wohl die Infektion durch Maul- und Klauenseuchegift gewesen sein mag, ist auch deßhalb wahrscheinlich, weil das Thier während der Temperaturzunahme geröthete Bindehäute zeigte, wogegen die Versuchsthiere, welche auf Tuberkulin reagirten, während der Reaktionsdauer eine ganz auffällige Bläße der sichtbaren Schleimhäute und der haarlosen Körperoberfläche wahrnehmen ließen.

Das Versuchsthier Nr. 12 zeigte nach den Impfungen am 3. und 20. März (die erste und dritte Impfung) eine kurz dauernde Temperaturzunahme bis zu 39,7° C., jedoch ohne jede Begleiterscheinungen (Fieberschauer, Verfärbung der Schleimhäute u. s. w.). Da nun ähnliche Erhöhungen der Eigenwärme auch bei den anderen Thieren ohne vorausgegangene Einwirkung des Tuberkulins beobachtet wurden, so bleibt es sehr fraglich, ob diese Temperaturzunahme nach den für das Lebendgewicht des Thieres — 305 kg — sehr großen Gaben von Tuberkulin — 0,3 und 0,5 ccm — als eine Reaktion auf die Tuberkulingabe angesehen werden darf.

In gar keiner Weise reagirten die Versuchsthiere Nr. 3 und 11 und zwar bei sämmtlichen drei an ihnen ausgeführten Impfversuchen, bei welchen die Gaben bis auf 0,6 ccm gesteigert worden waren.

Beide Thiere erwiesen sich als tuberkelfrei; Nr. 11 anatomisch als ganz gesund, Nr. 3 als mit der Echinokokkenkrankheit behaftet.

Auch das Versuchsthier Nr. 12 war vollkommen tuberkelfrei und nur mit einem mäßigen interstitiellen Emphysem der Lunge behaftet.

Von den 6 Versuchsthieren (1 B, 2 B, 8 B, 11 B, 14 B und 16 B), welche anfänglich nur zu einer einmaligen Impfung bestimmt waren, aber, da sie nicht sofort nach der Impfung abgeschlachtet werden konnten und daher erst Anfang August zur Schlachtung gelangten, einer zweiten Impfung (4 Monate nach der ersten Impfung) unterworfen wurden, reagirte nach der ersten Impfung keines, nach der zweiten Impfung aber unzweifelhaft das Versuchsthier 16 B, welches nach dem Ergebniß der Sektion mit Tuberkulose einer Mittelfellsdrüse und der beginnenden Tuberkulose einer Bronchialdrüse behaftet war, im Uebrigen aber außer einer traumatischen Entzündung einer Leber- und einer Zwerchfellstelle nichts Krankhaftes zeigte.

Auffallend verhielt sich das Versuchsthier 1 B, welches mit einer zwischen 38,4° C. und 38,5° C. schwankenden Temperatur in den Versuch eintrat, dessen Temperatur aber etwa 11 Stunden nach der Impfung regelmäßig von Stunde zu Stunde um einen Zehntelgrad in die Höhe ging, dabei aber nur einen höchsten Stand von 39,1° C. Mittags 12 Uhr erreichte, ohne dabei anderweitige Fiebererscheinungen zu zeigen. Bei der Sektion erwiesen sich einige Mittelfelldrüsen und eine Bronchialdrüse tuberkulös verändert, andere Organe dagegen nicht.

Unzweifelhaft nicht reagirten bei der zweiten Impfung (wie bei der ersten) 2 B, 8 B, 11 B und 14 B; 2 B und 14 B zeigten bei der Sektion überhaupt keine krankhaften Veränderungen; 11 B war mit den Folgen einer traumatischen Entzündung der Haube, des Zwerchfells und der Leber (Abszesse durch Fremdkörper verursacht) behaftet und 8 B besaß eine Mittelfelldrüse, welche äußerlich nicht verändert schien, auf der Schnittfläche aber 5 hintereinandergelagerte, etwas über hirsekorngroße blaßgelbe Knötchen zeigte, die

ziemlich scharf umschrieben, von dem normal aussehenden Drüsengewebe aber nicht loszuschälen waren. Die mikroskopische Untersuchung ergab einige Anhaltspunkte für die tuberkulöse Natur dieser Knötchen. Es waren somit mindestens 3 Thiere, welche nicht reagirt hatten, als „tuberkelfrei“ zu betrachten. Bei 1 Thier war das Ergebniß zweifelhaft.

Von den 18 Versuchsthieren, welche nur eine Einspritzung von Tuberkulin erhalten hatten und geschlachtet wurden, ist das Versuchsthier E unter so abnormen Verhältnissen in die Reihe der Versuchsthiere eingestellt worden, daß der Versuch an diesem Thiere einen Schluß wohl nicht zuläßt. Das Thier war von dem Großh. Bezirksthierarzt in Karlsruhe in Eggenstein aufgefunden und als perlsuchtverdächtig und insbesondere als mit der Eutertuberkulose behaftet, begutachtet worden. An seinem Standorte (Eggenstein) gemessen, zeigte das Thier allerdings nur eine Mastdarmtemperatur von 38,6° C. Der Marsch aber, welchen das Thier etwa 8 Stunden vor der Impfung von dem etwa 5 km entfernten Eggenstein nach dem Versuchsstalle in Karlsruhe zu machen hatte, ermüdete das Thier außerordentlich, wahrscheinlich auch, weil die steinharte und stark geschwellte linke Euterhälfte durch die Reibung an der inneren Fläche der linken hintern Gliedmaße wund geworden war. Als das Versuchsthier in dem Versuchsstalle in Karlsruhe ankam, zeigte es die hohe Mastdarmtemperatur von 41,1° C., welche, obgleich sie bis Abends desselben Tages auf 39,2° C bei 64 Pulsen und 32 Athemzügen in der Minute gefallen war, am andern Tage, d. h. unmittelbar nach der Impfung nicht mehr erreicht wurde. Die höchste Temperatur nach der Impfung betrug nämlich blos 41,0° C. Allerdings zeigte das Thier auch sonstige Fiebererscheinungen, die sich aber durch den Sektionsbefund (chronische und wieder akut gewordene [hämorrhagische] Brustfellentzündung) hinreichend erklären lassen.

Von den übrigen 17 einmal geimpften und geschlachteten Versuchsthieren reagirten A und B, ferner 6 B, 7 B, 17 B und 18 B nicht und erwiesen sich auch bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung der Krankheitsprodukte als tuberkelfrei.

A war mit einem Lungenabszeß und B mit einem auf eine erweiterte Stelle eines Bronchus beschränkten alten Entzündungsprozeß (Bronchitis) mit metastatischen Abszessen in der Umgebung des erkrankten Bronchusstückes behaftet. 6 B und 7 B hatten lebende Echinokokkenblasen in der Lunge, 18 B war mit einer traumatischen Entzündung des Magens und des Zwerchfells behaftet und 17 B war ganz gesund.

Dagegen reagirten die Versuchsthiere C, D, 3B, 4B, 5B, 9B, 10B, 12B, 13B, 15B und 19B. Sämmtliche 11 Thiere waren nach dem Sektionsbefund mit Tuberkulose behaftet.

Gesammtergebnisse aus dem Versuche.

a) Hinsichtlich der Größe der Gabe: Unter den 12 Thieren, welche 3mal geimpft wurden, befanden sich 8 tuberkulöse, welche entweder nach allen, oder nach einzelnen Impfungen reagirten.

Einem reagirenden Thiere wurde die Gabe von 0,1 ccm Tuberkulin gegeben. Der Erfolg war zweifelhaft

Es wurden 4 Einspritzungen mit 0,2 ccm Tuberkulin an reagirenden Thieren ausgeführt; Reaktion erfolgte nur nach 2 Impfungen.

Unter 6 Einspritzungen mit 0,3 ccm Tuberkulin, welche reagirenden Thieren gereicht wurden, waren 4 mit Erfolg begleitet.

Sämmtliche 5 Einspritzungen, welche mit 0,4 ccm Tuberkulin an reagirenden Thieren ausgeführt wurden, brachten eine deutliche Reaktion hervor.

Von den 8 an reagirenden Thieren ausgeführten Einspritzungen mit 0,5 ccm Tuberkulin bewirkten 4 eine deutliche, 2 eine undeutliche und 2 keine Reaktion.

Von den beiden Gaben mit 0,6 ccm Tuberkulin blieb die erste ohne Wirkung, während die andere eine Reaktion hervorrief, welche bei den früheren Gaben, die das Thier erhalten hatte (0,2 und 0,5 ccm), ausgeblieben war.

Das Maß der Gabe scheint nach dem vorliegenden Versuche in keinem bestimmten Verhältniß zum Körpergewicht der Thiere zu stehen. Ein sehr schwächliches Thier, unter 300 kg Lebendgewicht, das gegen eine Gabe von 0,2 ccm Tuberkulin unempfindlich geblieben war, reagirte erst nach einer Gabe von 0,4 ccm, während ein über 500 kg schweres Thier schon nach einer Gabe von 0,2 ccm reagirte, und selbst bei einer späteren Impfung mit 0,1 ccm noch eine leichte Reaktion wahrnehmen ließ. (Versuchsthier 5.)

Es ergab der Versuch ferner, daß eine Angewöhnung der Thiere an die Tuberkulingaben stattfindet. Thiere, welche nach der ersten Einspritzung stark reagirt hatten, reagirten nach den folgenden Gaben weniger auffällig. (Siehe Diagramme.)

Der vorläufig abgeschlossene Versuch hat somit ergeben, daß, soweit es die hier verwendeten Thiere betrifft, mindestens eine Gabe von 0,4 ccm Tuberkulin erforderlich war, um bei tuberkulösen Thieren eine unzweifelhafte Reaktion hervorzurufen. In der Folge wurden auch bei den späteren Versuchen ausschließlich Dosen von 0,5 ccm Tuberkulin verwendet.

b) Hinsichtlich des Verhaltens der kranken und gesunden Thiere gegen die Einspritzung von Tuberkulin: Unter den 36 geimpften und geschlachteten Versuchsthieren haben unzweifelhaft reagirt und waren tuberkulös: Nr. 1, 2 (ohne Temperatursteigerung, aber durch heftige Athemnoth), 4, 5, 6, 7, 8, 10, C, D, 3B, 4B, 5B, 9B, 10B, 12B, 13B, 15B, 16B, 19B — zusammen 20 Thiere.

zweifelhaft reagirten:	Sektionsbefund:
1B[1]) . . .	Tuberkulose der Mittelfell- und einer Luftröhrenastdrüse,
9[2])	Schwellung der Darmfollikel,
12[3])	interst. Lungenemphysem,
zusammen 3	

unzweifelhaft nicht reagirten:	Sektionsbefund:
3 . . .	alte und frische Echinokokkenblasen,
6B . . .	frische Echinokokken,

[1]) Reaktion von 38,5°C auf 39,1°C in regelmäßiger Steigerung von Stunde zu Stunde.
[2]) Reagirte wahrscheinlich unter dem Einflusse der Infektion mit Maul- und Klauenseuche. Bei 2 weiteren Impfungen reagirte das Thier nicht mehr.
[3]) Sehr zweifelhafte Reaktion.

7 B . . .	frische Echinokokken,
11 B . . .	traumatische Entzündung der Haube, des Zwerchfells und der Leber,
18 B . . .	traumatische Entzündung der Haube und des Zwerchfells,
A . . .	Lungenabszeß,
B . . .	Bronchektasie,
11 . . .	vollkommen gesund,
2 B . . .	" "
14 B . . .	" "
17 B . . .	" "

11 nicht reagirt, 11 nicht tuberkulös.

unzweifelhaft nicht reagirte:	Sektionsbefund:
8 B . . .	Tuberkulose eine Mittelfelldrüse zweifelhaft.
1	1.

Außer Betracht bleibt das Versuchsthier E, welches akut erkrankt geimpf worden ist.

In 90 pCt. der Versuchsfälle hat somit das Tuberkulin durch den Eintritt oder das Ausbleiben einer Reaktion genau angezeigt, ob das Versuchsthier tuberkelkrank oder tuberkelfrei war.

Die Versuche haben ferner ergeben, daß die reagirenden Thiere, abgesehen von der Steigerung der Körperwärme, ein allgemeines, auch für den Laien recht leicht erkenntliches Uebelbefinden, daß sich zuweilen bis zu den Erscheinungen einer schweren Erkrankung steigerte, wahrnehmen ließen. Die Reaktionskrankheit trat selten schon 4 bis 5 Stunden nach der Einspritzung, vielmehr erst in der 10.—12. Stunde nach derselben hie und da aber erst nach Ablauf von 18—20 Stunden ein und dauerte in der Regel 4—5 Stunden, manchmal fanden Remissionen statt, auf welche dann neue, aber kürzer dauernde Krankheitsfälle folgten.

Bei den meisten Thieren stellten sich die Reaktionserscheinungen als Schüttelfrost dar (Muskelzittern, Stellen der Haare, Bläße der sichtbaren Schleimhäute und der haarlosen Körperoberfläche, Aufwölben des Rückens, Zusammenstellen der Beine u. s. w.), bei andern aber als Ausdruck einer heftigen Athemnoth, die sich bis zum Aufsperren des Maules steigerte.

Die erstgenannte Erscheinung wurde bei dem angestellten Versuche vorzugsweise bei den besser genährten und noch nicht schwer erkrankten Thieren und namentlich bei den angemästeten und den in der Milchkuranstalt aufgestellten Milchkühen beobachtet, die zweite Erscheinung dagegen bei den sehr heruntergekommenen, alt und stark tuberkulösen Versuchsobjekten (vergl. Versuchsthiere Nr. 2 und 7).

Sehr bemerkenswerth ist der Umstand, daß bei dem angestellten Versuche die Reaktion heftiger bei denjenigen Thieren eintrat, bei welchen das Vorhandensein der Tuberkulose gar nicht vermuthet wurde. (Vergl. Versuchsthiere Nr. 10 C, 3 B, 4 B, 5 B, 9 B, 10 B, 12 B, 13 B, 15 B, 19 B), während die schon klinisch als

perlsuchtverdächtig diagnostizirten, abgemagerten Versuchsthiere Nr. 2 und 7 nicht nach jeder Injektion Reaktionserscheinungen zeigten.

Die Beobachtung der Zahl der Pulsschläge und der Athemzüge in den ersten 24 Stunden nach der Einspritzung hat nicht so regelmäßig wie die der Körperwärme eine fieberhafte Steigerung erkennen lassen. Die Pulszahl stieg zwar bei den tuberkulösen Thieren im Allgemeinen während der Dauer des hohen Fiebers um 10 bis 20 Schläge in der Minute (bei Nr. 10 B sogar von 50 bis auf 100), jedoch blieb die Herzthätigkeit andrerseits wiederholt trotz hohen Ansteigens der Körperwärme unverändert wie vor der Einspritzung (z. B. bei Nr. 1 und Nr. 4 am 14. März, bei Nr. 5 am 14. und 21. März), wurde sogar langsamer bei Nr. 7 (am 4. März, wo allerdings eine Steigerung der Körperwärme auch nicht eingetreten war), während auch bei dem nicht tuberkulösen Thiere Nr. 12 am 4. März eine Zunahme von 50 auf 70 beobachtet wurde.

Die Zahl der Athemzüge wurde im Allgemeinen nicht verändert. Mitunter trat eine geringe Verlangsamung (um 5—10 Athemzüge in der Minute) ein, z. B. bei Nr. 1 am 4. und 14. März, bei Nr. 2 jedesmal. Eine erhebliche Zunahme (um etwa 30 Athemzüge in der Minute) zeigte das Thier Nr. 7 am 4. und 21. März, sowie die Thiere Nr. 4 B und 5 B am 23. März.

Bei den Thieren Nr. 1 bis 12 sind während der Dauer des Versuchs ausführliche Untersuchungen des Harns und der Milch vorgenommen.

Bei dem **Harn** wurde das spezifische Gewicht bei 15° C, der Alkali- bezw. Säuregrad und der Kochsalzgehalt bestimmt.

Das spezifische Gewicht zeigte die gewöhnlichen Schwankungen und ließ keinen Einfluß der stattgehabten Einspritzung erkennen. Dagegen nahmen die Alkalinität und der Kochsalzgehalt fast in jedem Falle unmittelbar nach der ersten Einspritzung zu, sowohl bei den tuberkulösen, wie bei nicht tuberkulösen Thieren, (z. B. Nr. 3). In der Mehrzahl der Fälle begann diese Zunahme am 2. Tage deutlich zu werden und erreichte den Höhepunkt am 4. Tage nach der ersten Einspritzung. Von da ab traten größere oder kleinere Schwankungen um den Bereich dieses neuen Höhepunktes herum bis zum Ende der Beobachtungsdauer ein. Dabei zeigten aber die Alkalinität und der Kochsalzgehalt nicht immer zur selben Zeit die gleichen Verhältnisse, sodaß am selben Tage, wo die Alkalinität einen Höhepunkt erreicht hatte, der Kochsalzgehalt eine auffällige Abnahme aufwies und umgekehrt. Die beiden späteren Einspritzungen hatten auf diese Verhältnisse keinen deutlichen Einfluß. In mehreren Fällen stieg bei einem und demselben Thiere nach der einen Einspritzung vorübergehend nur der Kochsalzgehalt, nach der nächsten nur die Alkalinität (z. B. Nr. 11 und 12).

In Zahlen ausgedrückt verhielt sich die Zunahme der Alkalinität im Allgemeinen so, daß etwa doppelt so viel (ccm) $^{1}/_{10}$ Normal-Säure zur Neutralisirung (von 10 ccm Harn) erforderlich waren; z. B. bei Thier Nr. 5 am 26. Februar 10,6, am 6. März 14,0, am 11. März 20,8 u. s. f. Für die Zunahme des Kochsalzgehalts gilt dasselbe. Am 26. Februar wurden bei Thier Nr. 5 auf 10 ccm Harn zur Ausfällung gebraucht 11,0 ccm $^{1}/_{10}$ Normal-Silbernitrat, am 6. März 20,0, am 11. März 9,0, am 14. März 19,0 u. s. f.

Bei der **Milch** wurde das spezifische Gewicht bei 15° C, die Gramme Trockensubstanz und Fett in 100 g Milch festgestellt.

Das spezifische Gewicht zeigte nirgends nennenswerthe Schwankungen.

Die Menge der Trockensubstanz und des Fettes blieb gleichfalls in der Mehrzahl der Fälle unverändert; nur bei den Thieren Nr. 6 und 7, deren Milch vor der ersten Einspritzung einen auffällig hohen Gehalt an Trockensubstanz und Fett zeigte (bei Nr. 6 41,3 bezw. 21,2, bei Nr. 7 23,3 bezw. 11,52), trat im Verlauf des Versuches eine stetige Abnahme ein, sodaß bei Nr. 6 am 21. März nur noch 11,0 bezw. 1,16, bei Nr. 7 12,0 bezw. 1,48 erhalten wurden.

Hinsichtlich des anatomischen Befundes an den Versuchsthieren ist zu bemerken, daß die in den Sektionsberichten beschriebenen frischen Veränderungen der Lunge in der Umgebung der tuberkulösen Gebilde, seröse Infiltration des Lungengewebes um die tuberkulös entarteten Lungentheile, rothe blutreiche Zone um die letzteren, sowie die verbreiteten kleinen hämorrhagischen Herde in dem übrigens gesunden Lungengewebe der mit der Reaktionskrankheit behaftet gewesenen Thiere höchst wahrscheinlich auf Rechnung der Tuberkulineinspritzung zu setzen sein werden.

Ueber die Einzelheiten der Versuche geben die beigefügten Auszüge aus den Sektionsberichten, Tabellen und Diagramme Auskunft.

Auszüge aus den Sektionsprotokollen der Versuchsthiere.

Nr. 1. Das Brustfell längs des Zwerchfellansatzes linkerseits mit Auflagerung von „Perlen" (Tuberkelknötchen und Knoten) besetzt, ebenso die vordere und hintere Zwerchfellfläche. Die „perligen" Gebilde von grauweißer oder blaßröthlicher Farbe und von Erbsen- bis Haselnuß-Größe; sie finden sich ebenfalls auf dem Netz, den Mägen, dem Gekröse und den Lungen. Der Inhalt vieler der Gebilde theils verkäst, theils verkalkt. Beide Lungen enthalten mehrere apfel- bis faustgroße, käsig zerfallene Herde. Das dieselben umgebende Lungengewebe dünns geröthet und saftreich, das entferntere fleckig geröthet. Die vorderen Lungenlappen intakt. Gekrös-, Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen zu faustgroßen Packeten angeschwollen und mit verkalkten Einlagerungen durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der serösen Auskleidungen der Bauch- und Brusthöhle, sowie der Lunge und der Lymphdrüsen in der Bauch- und Brusthöhle.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen in den krankhaften Organtheilen.

Nr. 2. Auf dem Bauchfelle, und zwar sowohl auf dem visceralen als dem parietalen Blatte zahllose zumeist linsen- bis erbsengroße, seltener nußgroße, theils unmittelbar auf dem Bauchfelle aufsitzend, theils an fadenartigen Auswüchsen hängend, blaßröthlich gefärbte „Perlen", theilweise mit verkästem Inhalt. Die seröse Auskleidung der Brusthöhle, sowie auch zum Theil das Lungenfell mit denselben Gebilden besetzt. Beide Lungen enthalten nuß- bis apfelgroße Knoten, welche verkäst und durch eine bindegewebige Hülle von dem angrenzenden Lungengewebe getrennt sind. In der Mitte des linken Lungenlappens (Hauptlappen), und zwar gegen den stumpfen Rand hin, sitzt ein etwa mannsfaustgroßer, harter Knoten, der sich aus hanfsamen- bis linsengroßen eitrigen Herdchen zusammensetzt, die in einem, dem Anscheine nach verdichteten, Lungengewebe eingebettet sind. Die Grenze des Knotens gegen die gesunde Lungenparthie ist durch eine etwa ½ cm breite gelatinöse Zone markirt. Anschließend an diese, durch saftige Infiltration des Gewebes entstandene Grenzschichte, zieht sich um die ganze Peripherie des Knotens ein starker, dunkelroth aussehender Streifen von ungefähr gleicher Breite. Die der Länge nach durchschnittene Lunge läßt über die ganze Schnittfläche kleine, fleckige Röthungen der Lungensubstanz wahrnehmen. Die Flecken sind von der Mitte der Lunge gegen die Spitze hin so zahlreich vorhanden, daß kaum erbsengroße unveränderte Stellen des Lungengewebes übrig bleiben. Sämmtliche Lymphdrüsen der Bauch- und Brusthöhle, insbesondere die Luftröhrenast-, Mittelfell-, Gekrös-, Leber- und Schlundkopfdrüsen geschwollen und mit käsig-kalkigen Einlagerungen durchsetzt. Die Euter-, Becken- und Unterschulterdrüsen theilweise geschwollen, aber frei von krankhaften Herden.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der serösen Häute der Brust- und Bauchhöhle, ferner der Lungen und der Lymphdrüsen.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 3. Die vordere Abtheilung des linken Lungenlappens enthält mehrere taubenei- bis apfelgroße Höhlen mit gelblich-grün gefärbtem, dickflüssigen, sehr übelriechenden, eiterartigen Inhalt. Andere krankhafte Hohlräume der Lunge von ungefähr gleicher Größe enthalten theils kalkig krümliche, theils häutige fetzige Massen. In den hinteren Parthien der linken, sowie in der rechten Lunge ferner auch in der Leber zahlreiche frische Echinokokkenblasen. Die Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen sind unverändert. Die Organe der Bauch- und Beckenhöhle gesund mit Ausnahme der Leber, welche, abgesehen von den zahlreichen Echinokokkenblasen, durch die Anwesenheit von Leberegeln bedingte, inkrustirte Gallengänge besitzt.

Anatomische Diagnose: Echinokokkuskrankheit der Lunge und Leber. Da jede Veränderung an den Lymphdrüsen, namentlich der Lunge und der Leber, fehlt, wird angenommen, daß die beschriebenen Eiterhöhlen in der linken Lunge aus zu Grunde gegangenen Echinokokken mit darauffolgender eiteriger Schmelzung des benachbarten Lungengewebes entstanden sind. Haken konnten in der käsig-eitrigen Masse nicht aufgefunden werden, Tuberkelbazillen aber auch nicht.

Nr. 4. Das Bauchfell und das linke Rippenfell mit einzelnen erbsen- bis nußgroßen, theils an zottigen Wucherungen hängenden Knötchen (Perlen) besetzt. In der Lebersubstanz größere, über die Leberoberfläche hervorragende Knoten, welche ziemlich flüssigen Käse enthalten. Die Lymphdrüsen der Leber mit kalkigen Herden durchsetzt. An der Oberfläche der Lunge „perlige" Auswüchse. Am rechten vorderen Lungenlappen der Lungenüberzug in der Ausdehnung eines Fünfmarkstückes blutroth gefärbt. Die Stelle sticht durch diese Färbung von der im Uebrigen schwach blaßroth aussehenden Lungenoberfläche deutlich ab. Aehnliche Röthung zeigt das darunter befindliche Lungengewebe, wodurch ein apfelgroßer, blutdurchtränkter Herd gebildet wurde, der durch eine etwa $^1/_2$ cm breite, blutig-sulzige Schichte von dem normalen Lungengewebe abgegrenzt ist. Im Uebrigen sind beide Lungen von zahlreichen, etwa nußgroßen, aber auch kleineren Höhlen mit flüssiger, käsiger Materie durchsetzt, welche von einer bindegewebigen Hülle von zum Theil beträchtlicher Dicke und blaß-glasigem Aussehen umschlossen werden. Die Luftröhrenast- Mittelfell-, Leber- und Gekrösdrüsen saftig geschwollen und mit kalkig-käsigen Herden durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Bauchfells, der Leber, des Brustfells, der Lunge sowie der betreffenden Lymphdrüsen.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 5. Einzelne Gekrösdrüsen geschwollen und mit hanfsamen- bis linsengroßen kalkigen Herden durchsetzt. Das Brustfell etwa handbreit um die sämmtlichen Anheftungsstellen des Zwerchfells an den Rippen von einem Kranze nuß- bis wallnußgroßer zum Theil zusammenhängender Knoten besetzt. Dieser Knotenkranz geht linkerseits in der Nähe des Brustbeins in eine beinahe kopfgroße Geschwulst über, deren Oberfläche höckerig ist und deren Inhalt aus zahllosen, in schwartig speckiges Gewebe eingebetteten kalkig-käsigen Herden besteht. Die untere Hälfte der rechten Brustwand von theils einzeln stehenden, theils dicht beisammen liegenden kleineren und größeren verkalkten Knoten besetzt. In der Nähe des Brustbeines, entsprechend dem erwähnten großen Knoten linkerseits eine etwa mannsfaustgroße Knotenmasse. Die Oberfläche des vorderen linken und des vorderen rechten Lungenlappens mit ähnlichen knotigen Gewächsen besetzt. Das Lungengewebe rechterseits im Bereich des vorderen Lungenlappens durch käsig kalkige, mit dichten Bindegewebshüllen umgebene Herde vollständig verdrängt. In der linken Lungenspitze ein apfelgroßer eitriger Herd, in dessen Umgebung das Lungengewebe stellenweise punktförmig geröthet erscheint. Die Mittelfell- und Bronchialdrüsen stark vergrößert und mit verkalkten Einlagerungen durchsetzt. An der inneren Fläche des Herzbeutels und rings um die Herzbasis glattgedrückte Perlenknoten. Die hinteren Euterviertel, namentlich das rechte, vergrößert und hart. Aus der Milchzisterne ergießt sich eine eitrige flockige Masse. Auf dem Durchschnitt des rechten hinteren Euterviertels ist die Drüsensubstanz von helleren Streifen durchzogen; in der Nähe des Zitzenaufsatzes (Grund) ist ein etwa nußgroßer Abszeß gelagert. In ähnlicher Weise ist das hintere linke Euterviertel verändert; indessen erreichen die weißlich gestreiften Züge die Stärke derjenigen rechterseits nicht. Die vorderen Euterviertel sind um die Hälfte kleiner wie die hinteren, enthalten aber wie diese eitrige fetzige Flüssigkeit. In keinem der Euterviertel umschriebene Knoten. Die hinteren und oberen Lymphdrüsen des Euters stark geschwollen und auf dem Durchschnitt sehr saftreich, aber ohne irgend welche krankhafte Herde.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Brustfells, der Lungen, des Herzbeutels, der Luftröhrenast-, Mittelfell- und Gekrösdrüsen; parenchymatöse Euterentzündung.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 6. Bauchfell an einzelnen Stellen mit knotigen und zottigen Auswüchsen versehen, Brustfell beiderseits in der Nähe des Zwerchfellansatzes mit drüsig-körnigen Auflagerungen besetzt.

Rechterseits sowie auf dem Zwerchfellüberzug außerdem fetzig-häutige Wucherungen. Beide Lungen von kleinen bis kinderkopfgroßen Knoten dicht besetzt, welche die Oberfläche der Lunge höckerig erscheinen lassen. Auf den Erhabenheiten sitzen fetzig-häutige Anhängsel. Die Schnittfläche zeigt, daß die Knoten sich aus apfel- und nußgroßen kalkig-käsigen Herden zusammensetzen, welche von speckigen blaßweißen Bindegewebssträngen umgeben sind. Im vorderen rechten Lungenlappen, in der Nähe eines solchen Knotens, eine mit Gewebsfetzen und Blutgerinnsel ausgefüllte erbsengroße Höhle. Lymphdrüsen des Mittelfells und der Bronchen zu armdicken Strängen umgewandelt, verkalkt und verkäst. Die Leber mit zahlreichen, zum Theil beisammen liegenden, zum Theil einzeln stehenden, äußerlich blaß gefärbten Knoten besetzt, die aus käsig-kalkigen Massen mit dicken Bindegewebshüllen bestehen. Die Lymphdrüsen an der Leber, im Gekröse, im Becken, an den Nieren, im Kehlgange und im Schlundkopf zeigen verkalkte Herde und sind stark vergrößert. In der Gebärmutter ein etwa 4 Wochen alter Fötus.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Bauch- und Brustfells, der Lungen, der Leber, der Luftröhrenast-, Mittelfell-, Leber-, Gekrösdrüsen, sowie der Lymphdrüsen der Nieren, des Beckens, des Kehlgangs und des Schlundkopfes.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 7. Das Bauchfell und das Brustfell in ihrer ganzen Ausdehnung mit theils einzeln stehenden, theils in handdicken Massen aufeinander gelagerten, erbsen- bis haselnußgroßen, harten, blaßröthlich und gelblich aussehenden Knoten, bezw. Knotenbündeln besetzt. Aehnliche Auflagerungen auf dem Ueberzug des Magens, der Milz, der Leber, der Gedärme, ferner im Netz und Gekröse, die Knoten jedoch hier kleiner und weniger dicht gelagert. Die Lungen aufgedunsen. Am scharfen Rande des rechten mittleren Lungenlappens, reihenförmig angeordnet, erbsengroße Knötchen. Die der Länge nach durchschnittenen Hauptlappen beider Lungen lassen überall linsen- bis erbsengroße käsig-eitrige Herde im Lungengewebe erkennen, welche ihrem Aussehen nach, insbesondere nach der Gleichmäßigkeit in der Größe und in dem Inhalt, von ziemlich gleichem Alter zu sein schienen. Diese Herde nehmen wohl über $^1/_3$ des Lungengewebes, welches sie verdrängt haben, ein, und sind umgeben von fleckig geröthetem und saftreichem Lungenparenchym. Das interlobuläre Bindegewebe stark emphysematisch. Der Herzbeutel verdickt, mit dem Herzen verwachsen und mit einzelnen „Perlen“ besetzt. Nieren von sulzigen Massen umgeben; auf dem Durchschnitt die Nierensubstanz, namentlich die Grenzschichte der Nierenpyramiden, auffallend dunkel. Das hintere linke Enterviertel enthält kleine Hohlräume mit grünlichgelbem rahmigen Eiter. Die Luftröhrenast-, Mittelfell-, Gekrös- und Leberdrüsen geschwollen und mit zahlreichen kleineren und größeren käsig-kalkigen Einlagerungen durchsetzt. Geschwollen, aber von Einlagerungen frei, sind die Lymphdrüsen des Euters, des Kehlgangs und des Schlundkopfs.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Bauch- und Brustfells, der Lungen, der Luftröhrenast-, Mittelfell-, Gekrös- und Leberdrüsen, Schwellung der Lymphdrüsen des Euters, Schlundkopfes und Kehlgangs. Euterabszeß.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 8. Die Blase, der Mastdarm, der Uterusüberzug mit hanfsamengroßen tuberkulösen Auflagerungen („Perlen“) dicht besetzt. Die Eierstöcke verkäst. Der Ueberzug der Mägen, ferner Netz, Darmkanal, Nieren, Leber, Zwerchfell, die Auskleidung der Brusthöhle, die Lunge und das Mittelfell fingerdick mit hanfsamen- bis erbsengroßen „Perlen“-Trauben besetzt. Die Lunge von großen, flüssig-käsige Massen enthaltenden Hohlräumen durchsetzt. Die rechte Lunge enthält eine große Höhle, die linke Lunge mehrere Höhlen, in deren Umgebung das Lungengewebe vereinzelte fleckige Röthung zeigt. Die Lymphdrüsen der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle hochgradig geschwollen und mit käsig-kalkigen Herden durchsetzt. Aehnliche Veränderungen, jedoch im geringeren Grade, zeigen die hinteren Euterlymphdrüsen, die Kehlgangs- und Schlundkopfsdrüsen. Einzelne gleicherart veränderte Lymphdrüsen finden sich im Unterhautbindegewebe des Rückens.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Bauch- und Brustfells, der Lungen, der Eierstöcke der Lymphdrüsen, der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, des Kehlganges, Schlundkopfes, Euters und der Unterhaut.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 9. In der Wandung des Dünndarmes linsen- bis erbsengroße, harte, durch den Darmüberzug scheinende Knötchen, welche auf dem Durchschnitt homogen, hellfarbig, knorpelartig erscheinen, oder im Centrum eine kleine, mit eiterartiger Masse gefüllte Höhle erkennen lassen. Die Schleimhaut über den Knötchen intakt. Die Lymphdrüsen des Darmes, der Leber, des Beckens, des Kehlgangs und des Schlundkopfes normal. Außer den in der Darmwand gefundenen Knötchen, welche durch die mikroskopische Untersuchung als geschwollene mit Leukocyten gefüllte Follikel erkannt wurden, fehlen krankhafte Veränderungen, insbesondere solche tuberkulöser Art vollkommen.

Anatomischer Befund: Schwellung der Darmfollikel. Wahrscheinlich keine Tuberkulose.

Mikroskopischer Befund: Keine Tuberkelbazillen.

Nr. 10. Die Oberfläche der Lunge, namentlich der vordere Lappen und das hintere Ende, vereinzelt auch der mittlere Lungenabschnitt, zeigt Erhabenheiten, die durch verschieden große höckerige und harte Knoten von sonst glatter Oberfläche herrühren. Auf dem Durchschnitt verkäste, gelblich gefärbte Herde, eingebettet in ein mehr oder weniger dickes, weißlich-glänzendes schwartiges Bindegewebe. Die Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen kalkig-mörtelig entartet. Rechte Euterhälfte vergrößert und hart; Unterhautbindegewebe der äußeren Seite desselben blutig-sulzig durchsetzt. Aus der Euterzisterne fließt bei Druck gelblich-grüner Eiter. Aehnlicher Eiter entleert sich aus den durchschnittenen Milchkanälen. Die hinteren Lymphdrüsen des Euters sind stark vergrößert, von speckigem Ansehen und saftreich. Einlagerungen irgend welcher Art sind nicht wahrzunehmen.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lungen, ferner der Mittelfell- und Luftröhrenastdrüsen; eitriger Katarrh der Milchgänge des Euters.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

Nr. 11. Sämmtliche Eingeweide und Lymphdrüsen gesund.

Nr. 12. Das Bauchfell, die inneren Organe der Bauchhöhle und das Brustfell lassen nichts Krankhaftes erkennen. Die Lunge mäßig zusammengefallen, außer einem geringgradigen interstitiellen Emphysem gesund. Die vordere und untere Parthie der linken Ohrspeicheldrüse zu einem etwa baumnußgroßen Knoten verdichtet. Die in der Nähe gelegenen Lymphdrüsen vollständig gesund.

Anatomische Diagnose: Leichtes interstitielles Lungenemphysem, partielle chronische Ohrspeicheldrüsenentzündung.

Mikroskopischer Befund: Keine Tuberkelbazillen.

A. In der Mitte des linken Hauptlappens der Lunge ein taubeneigroßer kalkig-käsiger Herd. Die Masse des rundgeformten Herdes erscheint in der Peripherie zähweich, im Centrum mörtelartig hart, von gelblicher Farbe und ohne Geruch. Der Herd läßt sich zusammenhängend leicht aus seiner Höhle herausnehmen, deren Wandung uneben höckerig, schmutzig gelblich ist und von einer 2 mm starken Bindegewebskapsel gebildet wird. In den Hohlraum zu- oder abführende Bronchen lassen sich nicht auffinden. Das umgebende Lungengewebe, welches sich scharf von der Bindegewebskapsel abgrenzt, unverändert.

Anatomische Diagnose: Lungenabszeß, dessen Ursache nicht bestimmt ist; keine Tuberkulose, da sämmtliche Lymphdrüsen gesund.

B. Der Hauptlappen der rechten Lunge, und zwar die vordere obere Partie derselben, enthält etwa handbreit vom scharfen Rande entfernt einen länglich geformten Knoten, welcher etwa 7 cm lang und 1½ bis 2 cm breit ist. Beim Durchschneiden erscheint derselbe aus einer eitrig zähen Masse von gelblich weißer Farbe bestehend, welche lose in einem erweiterten Bronchus sitzt. Während die gegen die Luftröhre zu führende Partie des betreffenden Bronchus etwas erweitert und deren Schleimhaut verdickt und mit schleimigem Belag versehen ist, läßt sich die Fortsetzung des Bronchus in entgegengesetzter Richtung nicht auffinden. Die Wand des Eiterherdes besteht aus einer Bindegewebshülle von verschiedener Stärke und vom Lungengewebe durch die hellere Färbung abstechend. Das hinter dem erwähnten Eiterherd, d. h. gegen den scharfen Rand der Lunge befindliche Lungengewebe ist im Umfange eines Handtellers von mehreren erbsen- bis bohnengroßen Abszessen durchsetzt, welche theils mit einem zähschleimigen, theils eitrig-schleimigen Inhalte gefüllt sind. Den gleichen Inhalt lassen die die betreffende Lungenpartie durchziehenden kleineren Bronchen, welche erweitert und deren Wände verdickt erscheinen, erkennen.

Anatomische Diagnose: Bronchektasie als Folgezustand eines chronischen Bronchialkatarrhs. Tuberkulose muß mit Rücksicht auf die völlig normale Beschaffenheit der Lymphdrüsen des ganzen Körpers ausgeschlossen werden.

C. In der Lunge erbsengroße, gegen die Umgebung sich deutlich abgrenzende Knötchen von gelber Farbe, und mäßiger Härte, aus dem Centrum läßt sich eine krümelige, schmierige, dicke, gelbe Masse ausstreichen. Die Luftröhrenastdrüsen etwa um das Doppelte vergrößert. Die Oberfläche einer derselben erscheint höckerig; in der Rindensubstanz der Drüse linsengroße Knötchen. Letztere charakterisiren sich bei der Durchschneidung ebenfalls als gelbe, im Centrum in käsigem Zerfall befindliche Herde. Auch das Parenchym der Mittelfelldrüsen ist von ebensolchen Knötchen durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lunge, der Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

D. Die Auskleidung der rechten Brustwand erscheint in ihrer ganzen Ausdehnung grauroth, stark verdickt und unregelmäßig höckerig. Sie ist besetzt mit einer Anzahl von zottigen, maulbeerartigen oder traubenförmigen Perlknoten. Die Konsistenz derselben ist derbe, fleischähnlich, während das Centrum mehr weich und von gelblich-grauer Farbe ist. Einzelne Theile der Lunge sowie die Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen von kleinen, etwa linsen- bis klein-erbsengroßen Knötchen durchsetzt. Dieselben grenzen sich von ihrer Umgebung deutlich ab und sind zentral erweicht, bezw. verkäst.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose des Rippenfells, der Lunge, der Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

E. Das Unterhautbindegewebe der Bauchdecke unmittelbar vor dem Euter und links von der Mittellinie des Körpers im Umfange eines Tellers in eine sulzig-schlotterige Masse umgewandelt. Linke Euterhälfte stark vergrößert, Basis derselben wässerig, sulzig infiltrirt. Die Drüsensubstanz derb, der Durchschnitt zeigt vergrößerte, blaßbraun gefärbte Drüsenkörner, die von röthlichen Streifen umgeben sind. Die hinteren Lymphdrüsen des Euters faustgroß geschwollen. Die Drüsenkapsel von sulzig-blutigen Massen umgeben. Im Tragsacke ein etwa 3—4 Monate alter Fötus. Brustfell linkerseits etwa doppelt handbreit hinter dem Zwerchfell, und mit dem Ansatze desselben verlaufend, mit zottigen Auswüchsen versehen. Einer dieser Auswüchse bildet einen lang gestielten haselnußgroßen Knoten, welcher in der Bindegewebshülle eine harte verkalkte Masse umschließt. Aehnliche Zotten an der gleichen Stelle rechterseits. Soweit diese Wucherungen reichen, ist das Brustfell verdickt. Der Ueberzug am stumpfen Rande beider Lungen mit fetzig-häutigen, rechterseits blutig gefärbten Auflagerungen bedeckt. Lungen mäßig zusammengefallen.

Anatomische Diagnose: Chronische, akut und hämorrhagisch gewordene Pleuritis, ferner Perikarditis, parenchymatöse Schwellung der Leber und der Milz, parenchymatöse Euterentzündung.

Mikroskopischer Befund: Knoten, sowie speckartige Verdickung auf dem Brustfell frei von Tuberkelbazillen.

1 B. Mittelfelldrüsen hasel- bis welschnußgroß, geschwollen, mit der Umgebung verwachsen und hart, mit einem Inhalt von blaßgelben, theils käsigen, theils krümelig-kalkigen Massen. Andere Mittelfelldrüsen zeigen nur eine Einlagerung von hirse- bis hanfsamenkorngroßen, gelben Knötchen; ein eben solches Knötchen ist in einer Bronchialdrüse eingebettet; die übrigen Lymphdrüsen sowie alle anderen Organe nicht krankhaft verändert.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Mittelfelldrüsen und einer Bronchialdrüse.

Mikroskopischer Befund: Ausgesprochenes Bild verbreiteter Tuberkulose. (Typische Anordnung von käsiger Degeneration, Riesenzellen, epitheloide Zellen, Granulationsgewebe.) Tuberkelbazillen wurden nicht gefunden. (Das negative Resultat dürfte daher rühren, daß die Präparate an einem anderen Orte behufs Entkalkung in Salzsäure gelegt worden waren.)

2 B. In allen Theilen normal.

3 B. An der Rippenfläche des linken vorderen Lungenlappens ein großer härtlicher Knoten, an den sich nach hinten ein zweiter von Taubeneigröße anschließt; die andere Fläche desselben Lungenlappens zeigt ebenfalls größere Knoten, deren Durchschnitt einen theils flüssigen, theils verkästen, theils verkalkten Inhalt ergibt. Der rechte vordere Lungenlappen bis auf ein kleines, etwa erbsengroßes Knötchen, das sich aus dem Lungengewebe herausheben läßt, gesund; dagegen finden sich beim Uebergang in den mittleren Lungenlappen verdickte, rothbraun gefärbte, linsengroße Knötchen. An der Wurzel und am scharfen Rande des mittleren Lungenlappens eine höckerige, ungefähr zweithalergroße, verdichtete Stelle; dieselbe entleert nach dem Durchschneiden eine käsige, schmierige, gelbliche, geruchlose Masse, welche eine ziemlich geräumige und sehr buchtige, von starken Bindegewebszügen umgrenzte Höhle ausfüllt, die theilweise mit Bronchen in Verbindung steht. Eine größere Anzahl solcher Knoten an der dem anderen Lungenflügel zugekehrten Fläche der rechten Lunge. Die linke Luftröhrenastdrüse ist vergrößert und mit 4 größeren (bohnengroßen) und etwa 5 kleineren (erbsengroßen) Knoten von gelbem, kalkartigem Inhalt durchsetzt. Die Leber zeigt im Gewebe mehrere etwa nußgroße Knoten, welche durch eine hellgelbe Farbe von dem übrigen Lebergewebe abstechen. Der Durchschnitt eines solchen Knotens zeigt, daß derselbe aus einer dickwandigen, bindegewebigen Hülle besteht, welche von einem gelblichen käseartigen Inhalt ausgefüllt ist. Die Lymphdrüsen an der Leberpforte sind vergrößert, hart und speckig, doch lassen sich in denselben keine Knoten entdecken.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lunge, der Leber, der Bronchial- und Mittelfelldrüsen, wahrscheinlich auch der Lymphdrüsen der Leber.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

4 B. Die Mittelfell- und Luftröhrenastdrüsen geschwollen, härtlich und mit linsengroßen Knötchen mit gelbem, theils käsigem, theils kalkigem Inhalt durchsetzt. Auf der hinteren Fläche der Leber am Ende des großen Lappens eine bindegewebige Wucherung, welche einen Knoten mit eitrigem Inhalt umschließt. Die Lymphdrüsen der Leber zeigen ähnliche Veränderungen wie die Mittelfell- und Luftröhrenastdrüsen; die Leistendrüsen lappig geschwollen.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Mittelfell-, Luftröhrenast- und Leberdrüsen, vielleicht auch des Leberüberzugs.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

5 B. Der vordere Lappen der linken Lunge enthält 7 oder 8 harte Knoten von der Größe einer Erbse bis zu der einer Wallnuß. Die Bronchial- und die Mittelfelldrüsen sind vergrößert und hart. Der Durchschnitt der Knoten und Knötchen der Lunge und der eben genannten Lymphdrüsen zeigt in einer ziemlich derben bindegewebigen Hülle von buchtiger Beschaffenheit eine gelbliche käsige Masse, welche leicht ausfällt und auszustreichen ist.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lunge, der Bronchial- und der Mittelfelldrüsen.

6 B. In allen Theilen gesund.

7 B. In allen Theilen gesund.

8 B. Eine in Form und Größe nicht veränderte Mittelfelldrüse zeigt auf der Schnittfläche 5 in einer Reihe gelagerte hirsekorngroße blaßgelbe Knötchen, welche, obwohl scharf umschrieben, von dem normal aussehenden Drüsengewebe nicht loszuschälen sind. Sämmtliche Knötchen enthalten im Centrum, umschlossen von einer dünnen Hülle, weiche Klümpchen. Die übrigen Lymphdrüsen sowie alle andern Organe nicht krankhaft verändert.

Anatomische Diagnose: unbestimmt, vielleicht Tuberkulose.

Mikroskopischer Befund: Nur zwei kleine Herdchen von käsiger Degeneration, Riesenzellen, epitheloide Zellen und Granulationsgewebe, keine Tuberkelbazillen.

9 B. (Geschlachtet in Frankfurt a. M.) Zahlreiche Knoten und Knötchen im Lungengewebe, außerdem in den Luftröhrenastdrüsen.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lungen-, und Bronchialdrüsen (Lungen- und Herzfett wurden polizeilich beschlagnahmt.)

10 B. (Geschlachtet in Frankfurt a. M. Bericht des Kreisthierarztes Professor Dr. Leonhardt. Lungengewebe, Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen an mehreren Stellen mit gelben, theils käsigen, theils kalkigen Herden durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lungen, der Luftröhrenast- und der Mittelfelldrüsen. (Lungen- und Herzfett wurden polizeilich beschlagnahmt.)

11 B. Haube mit Zwerchfell verwachsen, Abszeß an der Verwachsungsstelle mit weißem, rahmigem und übelriechendem Eiter. Die Abszeßhöhle führt durch einen Kanal in die Haube. Ein weiterer Abszeß auf der vorderen Fläche des rechten Leberlappens. Alle übrigen Theile nicht krankhaft verändert.

Anatomische Diagnose: Traumatische Entzündung der Haube, des Zwerchfells und der Leber durch einen von der Haube ausgetretenen Fremdkörper. Keine Tuberkulose.

12 B. Im mittleren Lappen der rechten Lunge eine hühnereigroße Geschwulst, die über die Oberfläche hervorragt, weißlich gefärbt und höckerig. Der Durchschnitt zeigt, daß die Geschwulst in der Hauptsache aus interlobulären bindegewebigen Wucherungen mit eingelagerten, stecknadelkopf- bis linsengroßen Knötchen besteht, welche in einer sehr festen Bindegewebshülle gelblichen, ziemlich festen Käse enthalten. Die Luftröhrenast- und Mittelfelldrüsen sind mit ähnlichen Knötchen besetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose eines kleinen Lungenstückes, der Luftröhrenast- und der Mittelfelldrüsen.

Mikroskopischer Befund: Tuberkelbazillen.

13 B. (Geschlachtet in Frankfurt a. M.) Ein Theil der Lunge, sowie die Luftröhrenast- und die Mittelfelldrüsen mit theils käsigen, theils kalkigen Herdchen und Herden durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lunge, der Brust- und Bauchfelldrüsen. (Lungen- und Herzfett wurden polizeilich beschlagnahmt.)

14 B. In allen Theilen gesund.

15 B. (Geschlachtet in Frankfurt a. M.) Das Lungengewebe und die Luftröhrenastdrüsen mit größeren und kleineren Knoten von käsiger oder kalkiger Beschaffenheit durchsetzt.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose der Lunge und der Bronchialdrüsen. (Lungen- und Herzfett wurden polizeilich beschlagnahmt.)

16 B. Zwerchfellspiegel in der rechten Hälfte mit Lunge und Leber verwachsen; zwischen Leber und Zwerchfell ein faustgroßer, mit grünlich- weißem rahmigen Eiter gefüllter Abszeß, dessen Wandung etwa fingerdick und speckig ist. Eine Mittelfelldrüse wallnußgroß, hart und nicht höckerig, die Schnittfläche bräunlich-gelb mit unregelmäßig angeordneten schmalen gelben Streifen und Punkten, welche aus feinkörnigen Zerfallsmassen bestehen. In einer Luftröhrenastdrüse hirsekorngroße gelbe weiche Herdchen. Im Uebrigen normal befunden.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose einer Mittelfell- und einer Luftröhrenastdrüse. Traumatische Entzündung der Leber, des Zwerchfells und der Lunge durch einen aus der Haube wahrscheinlich hervorgetretenen Fremdkörper. (Fortsetzung s. S. 74.)

Versuch { am 3. März 1891, „ 13. „ „, „ 20. „ „ } Einspritzung jeweils an den gleichen Thieren { 10 Uhr V[illegible], 11 „, 8 „ }

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Versuch am	Menge des eingespritzten Tuberkulins ccm	Höchste beobachtete Körpertemperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körpertemperatur nach der Impfung	Messungen des Lebendgewichtes Datum	Messungen des Lebendgewichtes kg	War laut Ergebniß der Section	„Temperatur" — Stunden 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1[illegible]
Nr. 1. 5jährige **Kuh**. Wälder Kreuzung.	3. 3.	0,2	40,0	40,5	23. 2.	280	tuberkulös						39,4	39,3	38,9	39,1	38,4	[illegible]
					12. 3.	290												
	13. 3.	0,3	39,0	40,5	16. 3.	285				38,5			39,0	39,2	39,3	39,0	39,1	[illegible]
	20. 3.[1])	0,4	38,3	39,2	21. 3.	285												[illegible]
Nr. 2. 10jährige **Kuh**. Simmenthaler-Rigi-Kreuzung.	3. 3.[2])	0,4	39,4	39,3	23. 2.	505	tuberkulös									39,3	39,3	[illegible]
					12. 3.	500												
	13. 3.	0,5	38,8	39,2	16. 3.	480				38,0			38,7	38,7	39,1	38,6	38,0	[illegible]
					21. 3.	500												
	20. 3.	0,6	38,9	39,0	23. 3.	500				39,3							39,0	[illegible]
Nr. 3. 12jährige **Kuh**. Neckarschlag.	3. 3.[3])	0,1	38,6	39,0	23. 2.	455	nicht tuberkulös (Echinokokken in der Lunge)									38,4	38,4	[illegible]
					12. 3.	455												
	13. 3.	0,5	38,1	38,2	16. 3.	430				38,4			37,6	38,0	37,9	37,8	37,9	[illegible]
					21. 3.	450												
	20. 3.	0,6	38,5	38,7										38,0			38,2	[illegible]
Nr. 4. 7jährige **Kuh**. Neckarschlag.	3. 3.	0,3	40,1	40,5	23. 2.	375	tuberkulös									38,9	39,6	[illegible]
					12. 3.	355												
	13. 3.	0,4	39,1	40,2	16. 3.	370				38,7			39,3	39,1	39,6	39,4	39,1	[illegible]
					21. 3.	350												
	20. 3.	0,5	39,3	39,5												38,5	39,0	[illegible]
Nr. 5. 6jährige **Kuh**. Rigi Kreuzung.	3. 3.[4])	0,5	38,7	41,1	23. 2.	520	tuberkulös						39,7		40,7		41,1	41,[illegible]
					12. 3.	500												
	13. 3.[5])	0,2	38,4	40,7	16. 3.	500				37,5			38,2	38,5	38,2	38,7	39,0	39,[illegible]
					21. 3.	500												
	20. 3.[6])	0,1	38,6	39,7										38,1		38,5	39,0	38,[illegible]
Nr. 6. 5jährige **Kuh**. Neckarschlag.	3. 3.	0,3	39,7	40,7	23. 2.	450	tuberkulös						39,9		39,9		40,0	40,[illegible]
					12. 3.	440												
	13. 3.[7])	0,4	39,1	40,5	16. 3.	430				38,7			39,0	39,2	39,7	39,6	39,3	39,[illegible]
					21. 3.	425												
	20. 3.[8])	0,[illegible]	39,3	39,7										39,7			39,5	38,[illegible]

[1]) Etwa 15 Stunden nach der Impfung Eintritt der Reaktionserscheinungen. Dabei erschien die Athmung [illegible]
halten am 4. 3. ähnlich wie bei Nr. 1. — [4]) Der Puls stieg nach der Impfung von 50 auf 68, die Athmung von 20 auf 34.
und Athem waren kaum beschleunigt. [8]) Die Reaktion dauerte nicht lange; die Athmung stieg bis auf 40.

Versuch { am 3. März 1891 / „ 13. „ „ / „ 20. „ „ } Einspritzung jeweils an den gleichen Thieren { 10 Uhr Ab. / 11 „ „ / 8 „ „ }

…nach der Einspritzung																		Ernährungszustand und Allgemeinbefund der Thiere
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	34	38	40	
8,4	39,4	39,9	40,1	39,9	40,5	39,6	39,2	39,0										Am 3. 3. sehr mager; perlsuchtverdächtig
9,6	39,8	40,0	40,5	40,5	40,4	40,2	40,0	39,8	39,6									
8,6	38,7	38,4	38,5	38,5	38,4	38,1	38,6	38,6	38,8	39,2	38,6							
8,3	39,2	38,7	39,0	39,0	39,2	39,0	38,8	38,8	38,4									Am 3. 3. mittelmäßig genährt; lungenkrank.
8,6	38,9	39,2	38,5	39,0	39,1	39,2	38,9	38,4	38,7									
8,6	38,7	38,3	38,6	38,5	38,1	38,8	39,0	38,7	38,7	38,8	38,4	38,5						
8,1	38,3	38,3	38,0	39,0	38,2	38,3	38,3	38,4	38,2	38,3								Am 3. 3. mittelmäßig genährt; lungenkrank.
7,9	38,0	38,0	37,8	38,1	37,9	37,8	37,8	38,0	38,2									
8,1	38,3	38,2	38,3	38,2	38,3	38,2	38,2	38,5	38,6	38,7	38,3							
38,[illegible]	39,1	39,1	39,4	39,2	38,6	40,2	39,9	40,3	40,2	40,5	39,9							Am 3. 3. schwerkrank; perlsuchtverdächtig.
39,8	40,2	40,1	39,8	39,8	39,8	39,6	39,7	39,4	39,2									
38,5	39,0	38,5	39,5	38,4	38,9	38,9	39,3	39,3	39,5	39,3	38,9							
40,[illegible]	41,1	40,7	40,7	40,0	39,6	39,5	39,4	39,0	38,9	38,6	38,4							Am 3. 3. gut genährt; perlsuchtverdächtig.
40,0	40,3	40,7	40,1	39,9	40,3	40,2	40,0	39,9	39,7				38,1					
39,1	39,2	39,1	39,0	38,8	39,7	39,6	39,7	39,6	39,5	39,1	39,0	39,3			38,3			
39,[illegible]	40,2	39,6	40,4	40,3	40,7	40,5	39,3	40,2	40,6	40,4	40,6					38,7		Am 3. 3. ziemlich gut genährt; perlsuchtverdächtig, an Maul- und Klauenseuche krank gewesen.
40,0	40,5	39,8	39,2	39,9	39,4	39,5	39,5	39,3	39,0									
38,8	38,6	38,8	38,8	38,9	38,6	39,2	38,9	38,6										

…frequent — 2) Verhalten am 4. 3. nach der Injektion ähnlich wie bei Thier Nr 1; zeigte sehr angestrengtes Athmen. — 3) Ver-
…5) Reagirte am ersten und vollständigsten (siehe Beschreibung). — 6) Der Puls stieg bis auf 68; die Athmung bis auf 30. — 7) Puls.

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Versuch am	Menge des eingespritzten Tuberkulins ccm	Höchste beobachtete Körpertemperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körpertemperatur nach der Impfung	Messungen des Lebendgewichtes Datum	Messungen des Lebendgewichtes kg	War laut Ergebnis der Section	Versuch am 3. März 1891 / „ 13. „ „ / „ 20. „ „ (Einspritzung jeweils an den gleichen Thieren) 10 Uhr / 11 „ / 8 „ — „Temperatur" — Stun[den] 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. 7. 7jährige **Kuh**. Baar-Wälderschlag.	3. 3.	0,5	40,4	40,0	23. 2. 12. 3.	515 465	tuberkulös						39,5		40,0		39,7
	13. 3.	0,2	39,5	40,0	16. 3. 21. 3.	445 430				39,0			39,9	39,8	39,7	39,5	39,0
	20. 3.[1])	0,6	39,9	40,3										40,0			40,0
Nr. 8. 5jährige **Kuh**. Frankenschlag.	3. 3.[2])	0,2	39,4	39,4	23. 2. 12. 3.	240 245	tuberkulös								38,6		39,0
	13. 3.	0,3	38,9	40,0	16. 3. 21. 3.	225 225				38,8			38,6	39,0	39,4	39,1	39,6
	20. 3.[3])	0,4	39,3	40,0													39,7
Nr. 9. 6jährige **Kuh**. Rigischlag.	3. 3.[4])	0,5	38,9	40,5	2. 3. 12. 3.	408 425	nicht tuberkulös (siehe Sections-Protokoll)						38,2		38,5		38,4
	13. 3.	0,3	38,7	39,6	16. 3. 21. 3.	400 410				38,5			38,6	38,1	38,1	38,5	38,6
	20. 3.	0,5	38,9	39,0										38,6			39,0
Nr. 10. 7jährige **Kuh**. Neckarschlag.	3. 3.[5])	0,5	38,5	40,6	2. 3. 12. 3.	474 450	tuberkulös						38,5		38,5		38,9
	13. 3.	0,3	38,7	38,8	16. 3. 21. 3.	430 445							38,8	38,3	37,6	38,5	38,[illegible]
	20. 3.[6])	0,5	40,2	40,5										40,2			
Nr. 11. 7jährige **Kuh**. Simmenthaler Kreuzung.	3. 3.[7])	0,5	38,0	38,5	23. 2. 12. 3.	395 410	nicht tuberkulös		38,[illegible]			38,2			38,1	38,5	38,[illegible]
	13. 3.	0,5	38,3	38,6	16. 3. 21. 3.	415 400				37,6			38,0	38,6	37,6	37,7	37,8
	20. 3.	0,6	38,3	38,4							37,6			37,6			38,2
Nr. 12. 10jährige **Kuh**. Allgäuer Schlag.	3. 3.	0,3	38,7	39,7	23. 2. 12. 3.	315 320	nicht tuberkulös						38,6		38,7		38,6
	13. 3.	0,4	38,4	38,8	16. 3. 19. 3.	315 300				38,1			38,3	38,3	38,1	38,4	38,[illegible]
	20. 3.[8])	0,[illegible]	38,9	39,7	21. 3.	305								38,2			38,2

[1]) 13 Stunden nach der Impfung traten heftige Reaktionserscheinungen auf. Steigerung der Pulszahl von 60 auf [...]
[2]) Verhalten am 4. 3. ähnlich wie Nr. 1. — [3]) Steigerung der Athemzüge von 32 auf 52. Sehr krank. — [4]) Eintritt [...] nicht 38,5. In den Tagen vom 7.–11. März schwankte sie zwischen 38,9 und 39,[illegible]; vom 12.–18. März zwischen 38,9 und [...] heftiges Zittern u. s. w. ein. Puls und Athmung nicht beschleunigt, aber die Athmung sichtbar mühsamer. — [7]) Die Kör[per...] Versuchs die Temperatur von 38,[illegible] nur an den drei jedesmal auf die Einspritzung folgenden Tagen um 0,1 bezw. 0,[illegible] Grade. [...]

Versuch { am 3. März 1891 / „ 13. „ „ / „ 20. „ „ } Einspritzung jeweils an den gleichen Thieren { 10 Uhr Ab. / 11 „ „ / 8 „ „ }																		Ernährungszustand und Allgemeinbefund der Thiere
…ach der Einspritzung																		
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	31	38	40	
39,7	39,6	39,6	39,6	39,5	39,5	39,8	39,8	39,6	39,6	39,8	39,8							Am 3. 3. mittelmäßig genährt; perlsuchtverdächtig, an Maul- und Klauenseuche krank gewesen.
39,7	39,4	39,7	40,0	39,9	39,4	39,6	39,7	39,8	39,5									
39,9	39,6	39,4	39,6	40,1	40,3			39,9				39,4			39,1			
38,8	38,7	38,7	39,3	39,1	39,1	39,4	39,0	39,0	39,1	39,0	39,1							Am 3. 3. sehr mager; perlsuchtverdächtig.
39,9	40,0	39,9	39,8	39,3	39,3	39,1	38,9	38,9	38,9									
39,6	39,5		39,9	40,0			40,0	39,5		39,4	39,7						38,7	
38,0	39,0	39,5	39,0	40,5	40,0	39,9	39,9	39,3	39,4	39,3								Am 3. 3. angemästet; anscheinend gesund. — Vom 10. 3. — 18. 3. krank an Maul- und Klauenseuche, vermuthlich angesteckt durch Thier Nr. 10, neben dem es vom 8. 3. an gestanden hatte.
38,7	38,8	39,1	39,1	39,0	39,6	39,3	39,3	39,1	39,0									
38,7		38,7		38,7	38,5	38,7	39,0	38,7	38,9	38,6								
39,8	40,1	40,0	40,1	40,6	39,8	39,1	38,8	39,1	38,7									Am 3. 3. gut genährt; anscheinend gesund. Am 5. 3. unter Voranfgang von Diarrhoe an Maul- und Klauenseuche erkrankt. Vom 11. 3. ab erschien das Thier gesund.
38,4	38,5	38,3	38,4	38,2	38,6	38,5	38,4	38,5	38,3									
40,1	40,0	39,7	39,7	39,8	40,4	40,5	40,5	40,4	39,3	39,2	39,4	39,1			39,1		38,9	
38,0	38,2	38,0	38,1	38,1	38,0	38,3	38,0	38,3	38,5	38,1	38,0							Am 3. 3. mittelmäßig genährt; wahrscheinlich nervenleidend.
37,7	37,8	37,8	38,2	38,3	38,6	38,0	38,0	38,1	38,2									
38,6	37,9	38,4	38,2	38,1	38,4	38,0	38,5	38,1	37,8	37,6		38,0						
38,5	38,3	38,9	38,6	39,7	39,2	39,0	39,1	38,8	39,2	39,0								Am 3 3. mittelmäßig genährt; wahrscheinlich lungen- aber nicht perlsucht krank.
38,2	38,3	38,4	38,6	38,8	38,6	38,5	38,3	38,3	38,1									
38,5	38,9	39,5	38,5	39,6	39,7	38,7	38,3	38,6	38,4	38,2								

der Athemfrequenz von 40 auf 62. (Zeigte am 21. 3. die heftigsten Reaktionserscheinungen unter den 12 Versuchsthieren.) — …sten während der Reaktion. — [5]) Eintritt von Husten während der Reaktion. (Die Körperwärme überstieg am 2. und 3. März …am 19. März stieg sie auf 39,7 und erreichte am 20. März vor der Impfung 40,2.) — [6]) 13 Stunden nach der Impfung trat …wärme schwankte in der Zeit vom 23. Februar bis 3. März zwischen 38,3 und 39,4 und überschritt von da ab bis zu Ende des … [7]) Nach der Einspritzung stieg die Temperatur von 38,2 auf 39,7. Fiebersymptome anderer Art traten nicht ein

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Versuch am	Menge des eingespritzten Tuberkulins (ccm)	Höchste beobachtete Körper-Temperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körper-Temperatur nach der Impfung	Messungen des Lebend-Gewichtes: Datum	Messungen des Lebend-Gewichtes: kg	War laut Ergebniß der Section	Versuch am 3. März 1891, 10 Uhr Abends; „ 13. „ „ 11 „ „; „ 20. „ „ 8 „ „ — „Temperatur" - Stund[e] 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1[1]
A. 7jährige **Kuh**. Neckarschlag.	3. 3.	0,2	39,5	38,7	3. 3	440	nicht tuberkulös[1] (siehe Sections-Protokoll)						38,2		38,2		38,9	[illegible]
B. 10jährige **Kuh**. Rigischlag.	3. 3.	0,2	39,5	39,2	3. 3.	425	nicht tuberkulös[2] (siehe Sections-Protokoll)						39,1		38,7		38,[illegible]	[illegible]
C. 6jährige **Kuh**. Simmenthaler Kreuzung.	13. 3.	0,[illegible]	38,4	40,2	12. 3 16. 3.	425 400	tuberkulös[3]			38,1			38,5	38,8	38,8	38,1	38,2	
D. 8jährige **Kuh**. Neckarschlag.	13. 3.	0,5	38,5	40,1	12. 3. 16. 3.	495 460	tuberkulös[4]			37,8			38,3	38,[illegible]	38,2	38,7	38,[illegible]	
E. 12jährige **Kuh**. Rigi-Kreuzung.	20. 3	0,2	41,1	41,0	20. 3. 28. 3.	400 390	nicht tuberkulös[5]				40,1			40,7			40,1	40,[illegible]

[1] Bei der Section fand sich in der Lunge ein Käseherd (Echinokokkus?). — [2] Bei der Section fanden sich im ober[…] traten mäßig heftige Erscheinungen von Störung des Allgemeinbefindens ein. — [4] 18 Stunden nach der Injektion traten [illegible]

Versuch { am 3. März 1891, 10 Uhr Abends / „ 13. „ „ 11 „ „ / „ 20. „ „ 8 „ „

…nach der Einspritzung 12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	34	38	40	Ernährungszustand und Allgemeinbefund der Thiere
38,5	38,5	38,4	38,7	38,6	38,6	38,3	38,4	38,5							38,1			Am 3. 3. vermuthlich lungenkrank.
38,6	39,1	38,5	39,0	38,9	39,0	38,9	38,8	39,2	39,2	39,1								Am 3. 3 vermuthlich lungenkrank.
38,9		39,9		39,9		40,2		40,1		39,2				38,2				Erschien nach dem Ergebniß der Untersuchung am 12. 3. gesund.
38,8		39,7		39,8		40,1		40,0		39,5				38,9				Perlsuchtverdächtig; die Untersuchung am 12. 3. ergab an der rechten Rippenwand ein Reibegeräusch.
40,4	41,0	40,8	40,8	40,9	40,9	40,9	40,8	40,7	40,0	40,1								Litt an chronischer Pleuritis und Endokarditis, die in Folge körperlicher Anstrengungen vor der Impfung sich verschlimmert hatten. Die Kuh war zu Lebzeiten für tuberkulös gehalten. (Vergl. die Mittheilungen im Bericht.)

…rechten Lungenlappen in großer und mehrere kleine Eiterherde (Folge von Bronchektasie? . — [3]) 16 Stunden nach der Injektion …heftige, sichtbare Reaktionserscheinungen ein. — [5]) Der Versuch mit diesem Thier dürfte außer Betracht bleiben.

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Höchste beobachtete Körpertemperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körpertemperatur nach der Impfung	War laut Ergebniß der Section	Beobachtung	Versuch vom 12. März 1891, Abends 8 Uhr							
					13. März							
					Nachts 12	Morg. 3	Morg. 5	Morg. 6	Morg. 7	Vorm. 8	Vorm. 9	[illegible]
					4	7	9	10	11	12	13	14
Nr. 1. B. 7jährige **Kuh**, Neckarschlag, 550 kg schwer.	38,8	39,1	—	Temp. ..	39,1	38,8	38,5	38,4	38,7	38,4	38,5	[illegible]
				Puls....	56	48	46	56	60	58	62	60
				Athem ..	24	20	28	24	20	20	26	24
					2. August							
(2. Einspritzung am 1. August, Abends 8 Uhr, 0,5 ccm.)	38,5	39,1	tuberkulös	Temp. ..			38,7	38,7	38,6	38,7	38,8	[illegible]
				Puls....			68		66		64	
				Athem ..			24		22		20	
Nr. 2. B. 5jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 560 kg schwer.	39,1	39,3	—	Temp. ..	38,0	38,4	38,7	39,0	38,4	38,3	38,1	[illegible]
				Puls....	64	56	56	72	58	54	56	60
				Athem ..	34	24	36	28	24	38	34	24
					2. August							
(2. Einspritzung wie zu 1. B.)	38,5	39,0	gesund	Temp. ..			39,0	39,0	38,3	38,4	38,5	[illegible]
				Puls....			68		68		66	
				Athem ..			26		20		20	
Nr. 3. B. 7jährige Holländer **Kuh**, 480 kg schwer.	38,9	40,8	tuberkulös	Temp. ..	38,9	38,7	38,7	38,8	39,1	39,2	39,8	[illegible]
				Puls....	48	48	43	42	48	46	60	64
				Athem ..	24	24	24	24	24	24	20	20
Nr. 4. B. 8jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 530 kg schwer.	39,2	40,9	tuberkulös	Temp. ..	38,7	39,1	39,5	39,4	38,7	39,0	39,2	[illegible]
				Puls....	84	84	72	84	76	72	76	100
				Athem ..	56	32	48	44	32	36	38	30
Nr. 5. B. 8jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 510 kg schwer.	39,3	41,0	tuberkulös	Temp. ..	39,4	39,2	39,3	39,4	39,2	38,8	39,1	[illegible]
				Puls....	80	78	60	80	84	76	80	80
				Athem ..	40	52	28	36	40	40	50	40

nspritzung von 0,5 ccm Tuberkulin.

13. März										Bemerkungen
orm.	Mittags	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Abends	Abends	Abends	
11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Stunden nach der Einspritzung
38,3	38,7	38,8	38,6	38,6	38,5	38,3	38,8		38,5	In gutem Ernährungszustande; anscheinend gesund, soll hie und da husten.
62	60	64	56	42	60	54	60			Die Pulszahl schwankte am 11. und 12. März zwischen 50 und 60; die Zahl der Athemzüge zwischen 19 und 24.
26	24	26	22	22	24	24	24			
2. August										
38,9	39,1	38,9	39,0	38,8	38,9	38,8	38,8	38,9		Geschlachtet am 3. August 1891 zu Karlsruhe.
64		64		64		62		64		
18		18		18		20		22		
38,8	38,4	38,2	39,3	38,8	38,6	39,2	39,3		38,7	Wohlgenährt; anscheinend gesund.
64	58	58	60	68	62	56	64			Die Pulszahl schwankte am 11. und 12. März zwischen 50 und 72; die Zahl der Athemzüge zwischen 20 und 36.
28	22	20	22	24	22	24	28			
2. August										
38,7	38,5	38,6	38,7	38,7	38,6	38,5	38,6	38,7		Geschlachtet am 7. August 1891 zu Karlsruhe.
68		66		66		64		66		
20		20		20		20		22		
40,1	40,2	40,1	40,5	40,2	40,0	40,0	40,3		39,8	Wohlgenährt; anscheinend gesund.
70	70	70	68	66	72	70	64		64	Die Pulszahl schwankte am 11. und 12. März zwischen 46 und 64; die Zahl der Athemzüge zwischen 18 und 28.
28	24	28	28	28	28	28	34		36	Geschlachtet am 14. März 1891.
39,7	39,7	40,2	40,2	40,4	40,5	40,4	40,9		40,1	Ziemlich gut genährt, gute Milcherin, hat früher gehustet.
76	72	70	76	70	78	76	80		70	Die Pulszahl schwankte am 11. und 12. März zwischen 48 und 80; die Zahl der Athemzüge zwischen 18 und 36. Die Section ergab Tuberkulose der Mittelfell- und Luftröhrenast-Drüsen ohne tuberkulöse Veränderung der Lunge.
36	30	32	48	44	46	48	50		44	Geschlachtet am 2. Mai 1891.
41,0	39,7	40,1	40,0	40,0	40,2	40,5	40,2		40,1	Die Kuh hatte an Maul- und Klauenseuche gelitten und war in Folge dessen mager geworden. Die Klauen schienen schmerzhaft zu sein.
92	80	84	76	86	78	96	90		84	Nach dem Ergebniß der Untersuchung der Lunge anscheinend nicht lungenkrank.
38	36	36	32	38	34	46	64		48	Temperatur am 14. März M. 8 Uhr 39,2. Die Pulszahl schwankte am 11. und 12. März zwischen 64 und 88; die Zahl der Athemzüge zwischen 24 und 48. Geschlachtet am 21. März 1891.

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Höchste beobachtete Körpertemperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körpertemperatur nach der Impfung	War laut Ergebnis der Section	Beobachtung	Versuch vom 22. März 1891 Abends 7 Uhr: 22. März Abends 11 / 4	23. März Morg. 4 / 0	23. März Morg. 7 / 12	23. März Vorm. 8 / 13	23. März Vorm. 9 / 14	23. März Vorm. 10 / [illegible]
Nr. 6. B. 6jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 505 kg schwer.	38,[illegible]	39,1	nicht tuberkulös	Temperatur	38,[illegible]	38,1	**39,1**	38,6	38,7	[illegible]
				Puls				80		
				Athem				24		
Nr. 7. B. 6jährige **Kuh**, Neckarschlag, 490 kg schwer.	38,7	38,5	nicht tuberkulös	Temperatur	**38,5**	**38,5**	38,0	**38,5**	38,1	38,[illegible]
				Puls				52		
				Athem				21		
Nr. 8. B. 4jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 565 kg schwer.	39,1	38,8		Temperatur	38,7	38,1	38,3	38,5	38,0	38,[illegible]
				Puls				56		
				Athem				18		
					2. August: Morg. 5 / 9	Morg. 6 / 10	Morg. 7 / 11	Vorm. 8 / 12	Vorm. 9 / 13	Vorm. 10 / 14
(2. Einspritzung wie zu 1. B.)	38,5	38,7	tuberkulös ? ?	Temperatur	**38,7**	38,5	38,1	38,4	38,4	38,1
				Puls	72		66		58	
				Athem	20		18		18	
Nr. 9. B. 7jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 520 kg schwer.	38,6	40,1	tuberkulös	Temperatur	38,5	38,6	38,6	38,7	39,3	39,[illegible]
				Puls				60		
				Athem				18		
Nr. 10. B. 5jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 525 kg schwer.	38,8	40,4	tuberkulös	Temperatur	38,9	38,7	38,8	**40,4**	**40,4**	40,[illegible]
				Puls				100		
				Athem				18		
Nr. 11. B. 5jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 510 kg schwer.	38,6	38,[illegible]	—	Temperatur	38,6	38,5	**38,8**	38,0	37,2	38,[illegible]
				Puls				60		
				Athem				20		
					2. August: Morg. 5 / 9	Morg. 6 / 10	Morg. 7 / 11	Vorm. 8 / 12	Vorm. 9 / 13	Vorm. 10 / 14
(2. Einspritzung wie zu 1. B.)	38,7	38,9	nicht tuberkulös	Temperatur	**38,9**	38,5	38 3	38,3	38,3	38,[illegible]
				Puls	76		68		60	
				Athem	26		24		24	
Nr. 12. B. 5jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 510 kg schwer.	38,3	40,7	tuberkulös	Temperatur	38,5	38,6	40,3	41,0	41,0	41,0
				Puls				56		
				Athem				20		

...inspritzung von 0,5 ccm Tuberkulin.

23. März									Bemerkungen
Vorm. 11	Mittags 12	Nachm. 1	Nachm. 2	Nachm. 3	Nachm. 4	Nachm. 5	Abends 6	Abends 7	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	Stunden nach der Einspritzung
38,6	38,7	38,7	38,5	38,6	38,9	39,1	39,1	38,9	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet am 14. Mai zu Karlsruhe.
68		65			72			64	
24		24			21			21	
38,3	38,2	38,2	38,2	38,0	37,5	37,9	37,7	37,7	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet am 14. Mai zu Karlsruhe.
50		52			52			56	
18		24			22			24	
38,5	38,8	38,6	38,8	38,5	38,1	38,6	38,5	38,5	Anscheinend gesund; gut genährt.
50		40			56			52	
18		24			20			24	

2. August									
Vorm. 11	Mittags 12	Nachm. 1	Nachm. 2	Nachm. 3	Nachm. 4	Nachm. 5	Abends 6	Abends 7	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	Stunden nach der Einspritzung
38,1	38,1	38,5	38,6	38,5	38,3	38,2	38,3	38,1	Geschlachtet am 6. August 1891 im Schlachthaus zu Karlsruhe.
	60	58		58		60		62	
	18	18		20		20		22	
39,7	39,0	40,0	40,0	40,0	39,8	39,9	40,1	40,1	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet im Schlachthaus zu Frankfurt a. M. am 31. März 1891.
66		44			64			72	
24		24			24			28	
40,2	40,2	40,2	40,3	40,1	40,4	40,0		39,2	Anscheinend gesund; gut genährt. Zeigte am heftigsten von allen Thieren Reaktion. Die Pulszahl stieg Morgens, 13 Stunden nach der Impfung, von 50 bis auf 100. — Geschlachtet im Schlachthaus zu Hamburg am 2. April 1891.
76		70			64			68	
18		20			20			24	
37,9	38,0	37,9	37,8	38,3	38,5	38,2	38,1	38,1	Anscheinend gesund; gut genährt.
52		50			52			56	
18		20			20			20	

2. August									
Vorm. 11	Mittags 12	Nachm. 1	Nachm. 2	Nachm. 3	Nachm. 4	Nachm. 5	Abends 6	Abends 7	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	Stunden nach der Einspritzung
38,3	38,4	38,3	38,3	38,4	38,5	38,1	38,1	38,1	Geschlachtet am 6. August 1891 im Schlachthaus zu Karlsruhe.
	60	60		60		62		62	
	24	22		20		20		20	
40,5	39,7	38,5	38,6	38,7	38,3	38,6	38,5	38,0	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet am 2. Mai zu Karlsruhe.
64		56			56			64	
24		24			26			24	

Laufende Nummer und Beschreibung des Thieres	Höchste beobachtete Körpertemperatur vor der Impfung	Höchste beobachtete Körpertemperatur nach der Impfung	War laut Ergebniß der Section	Beobachtung	Versuch vom 22. März 1891, Abends 7 Uhr.					
					22. März	23. März				
					Abends 11	Morg. 4	Morg. 7	Vorm. 8	Vorm. 9	Vorm. 10
					4	9	12	13	14	15
Nr. 13. B. 7jährige **Kuh**, Neckarschlag, 500 kg schwer.	38,6	40,7	tuberkulös (Tuberkulose der Lunge)	Temperatur .	38,6	38,4	39,1	38,5	39,1	39,3
				Puls				52		
				Athem				20		
Nr. 14. B. 5jährige **Kuh**, Rigi-Simmenthaler Kreuzung.	38,5	39,0	—	Temperatur .	38,3	38,7	38,5	38,3	38,3	38,1
				Puls				58		
				Athem				20		
					2. August					
					Morg. 5	Morg. 6	Morg. 7	Vorm. 8	Vorm. 9	Vorm. 10
					9	10	11	12	13	14
(2. Einspritzung wie zu 1. B.)	38,5	38,5	gesund	Temperatur .	38,5	38,4	38,3	38,3	38,5	38,1
				Puls	72		64		62	
				Athem	20		20		20	
Nr. 15. B. 5jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 490 kg schwer.	39,1	41,0	tuberkulös (Tuberkulose der Lunge u. Echinokokken in der Leber)	Temperatur .	38,0	38,6	41,0	40,7	40,6	40,7
				Puls				64		
				Athem				24		
Nr. 16. B. 6jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 505 kg schwer.	38,6	39,1	—	Temperatur .	38,7	38,2	38,5	38,5	38,0	38,1
				Puls				60		
				Athem				24		
					2. August					
					Morg. 5	Morg. 6	Morg. 7	Vorm. 8	Vorm. 9	Vorm. 10
					9	10	11	12	13	14
(2. Einspritzung wie zu 1. B.)	38,7	41,1	tuberkulös	Temperatur .	40,7	41,1	41,2	41,1	41,1	41,4
				Puls	68	80	96	96	88	92
				Athem	24	26	26	26	26	26
Nr. 17. B. 6jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 500 kg schwer.	38,9	38,8	nicht tuberkulös	Temperatur .	38,9	38,6	38,4	37,9	37,9	38,6
				Puls				60		
				Athem				22		
Nr. 18. B. 4jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 510 kg schwer.	38,8	39,0	nicht tuberkulös	Temperatur .	38,7	38,5	38,1	38,3	37,8	38,7
				Puls				60		
				Athem				20		
Nr. 19. B. 7jährige **Kuh**, Simmenthaler Kreuzung, 520 kg schwer.	39,4	40,2	tuberkulös	Temperatur .	39,7	40,0	38,4	38,7	39,1	39,2
				Puls				60		
				Athem				20		

insprißung von 0,5 ccm Tuberkulin.

23. März									Bemerkungen
Vorm.	Mittags	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Abends	Abends	
11	12	1	2	3	4	5	6	7	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	Stunden nach der Einspritzung
40,0	40,3	40,4	40,7	40,7	40,2	40,1	40,5	39,7	Anscheinend gesund; gut genährt. Die Schlachtung erfolgte im Schlachthaus zu Frankfurt a. M. am 31. März 1891.
64		60			70			64	
16		20			20			20	
38,7	38,5	38,5	39,0	38,6	38,2	37,7	38,0	38,3	Anscheinend gesund; gut genährt.
52		52			56			64	
22		24			20			18	
2. August.									
Vorm.	Mittags	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	
11	12	1	2	3	4	5	6	7	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	Stunden nach der Einspritzung
38,2	38,3	38,2	38,3	38,2	38,2	38,3	38,1	38,1	Geschlachtet am 7. August 1891 im Schlachthaus zu Karlsruhe.
	62	60		58		60		60	
	18	18		18		16		20	
41,0	40,6	40,6	40,6	39,7	39,9	39,9	39,4	39,7	Anscheinend gesund; gut genährt. Während der Dauer der Reaktion waren an der Brustwand verstärkte Athmungsgeräusche zu hören. Die Schlachtung erfolgte im Schlachthaus zu Frankfurt a. M. am 1. April 1891.
54		60			64			68	
30		20			18			22	
39,1	38,7	38,6	38,5	38,2	38,1	38,5	38,1	—	Anscheinend gesund; gut genährt.
50		52			60			60	
20		26			20			20	
2. August									
Vorm.	Mittags	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Nachm.	Abends	Abends	
11	12	1	2	3	4	5	6	7	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	Stunden nach der Einspritzung
41,1	41,0	40,9	40,8	40,7	40,1	40,0	39,8	39,5	Geschlachtet am 6. August 1891 im Schlachthaus zu Karlsruhe.
	90	86	88	88	88	88	86	82	
	24	24	30	40	30	30	30	30	
38,[illegible]	38,7	38,0	38,7	38,2	38,6	37,9	38,3	—	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet am 4. Juni 1891 zu Karlsruhe.
68		50			60			64	
24		20			17			24	
38,[illegible]	38,0	38,6	39,0	38,1	38,2	38,4	38,0	38,2	Anscheinend gesund; gut genährt. Geschlachtet am 30. Juli 1891 im Schlachthaus zu Frankfurt a. M.
52		56			56			52	
20		20			20			20	
39,[illegible]	39,9	39,9	40,2	40,0	39,5	39,0	39,1	39,0	Anscheinend gesund; gut genährt. Die Kuh war während des Versuchs offenbar brünstig. Geschlachtet am 2. Mai zu Karlsruhe.
66		56			52			62	
24		28			24			24	

Mikroskopischer Befund: Zwar keine Tuberkelbazillen, wahrscheinlich weil die Präparate in einer Anstalt behufs Entkalkung in Salzsäure gelegt worden waren, aber typische Anordnung von käsiger Degeneration, Riesenzellen, epitheloiden Zellen, Granulationsgewebe, sodaß angesichts des unzweideutigen histologischen Befundes und mit Berücksichtigung anderer derartiger Erfahrungen die Diagnose auf Tuberkulose sicher steht.

17 B. In allen Theilen gesund.

18 B. (Geschlachtet in Frankfurt a. M.) Haube mit Zwerchfell verwachsen; im Uebrigen nichts Krankhaftes.

Anatomische Diagnose: Traumatische Entzündung eines Theils der Haube und des Zwerchfells durch einen aus der Haube herausgetretenen Fremdkörper.

19 B. In der Mitte des stumpfen Randes der linken Lunge, unmittelbar unter dem Ueberzug ein etwa haselnußgroßer Knoten und in dessen Umgebung einige kleinere linsen- bis erbsengroße Knötchen. Der Durchschnitt der Geschwulst ergiebt, daß im gesunden Lungengewebe ein größerer und etwa 6 kleinere Knötchen mit mörtelartigem Inhalt eingebettet sind. Eine Mittelfelldrüse gänseeigroß. Die Drüse selbst ist dunkelblau-grau gefärbt, während die höckerigen, knorpelartigen Auflagerungen weiß sind. Beim Durchschneiden der Drüse ergeben sich mörtelartige Einlagerungen von Erbsen- bis Taubeneigröße. Der Mörtel ist hart, rauh und von ziemlich tiefgelber Farbe.

Anatomische Diagnose: Tuberkulose eines sehr beschränkten Theils der Lunge und einer Mittelfelldrüse.

Mikroskopischer Befund: Reiche Mengen von Tuberkelbazillen.

II. Versuche in Mannheim.

Der landwirthschaftliche Bezirksverein Mannheim hatte entsprechend seiner Eingabe an das Großherzogl. Ministerium des Innern vom 11. Mai 1891 auf den 9. Juni 1891 Abends — 22 am vorausgegangenen Tage auf dem Schlachtviehmarkte in Mannheim zusammengekaufte Rindviehstücke — zu einem Versuche mit Tuberkulin behufs der Erkennung von tuberkulösen Individuen bereit gestellt. Die Impfung vollzog der Berichterstatter in der bereits bei dem Karlsruher Versuche beschriebenen Weise. Die Gabe betrug für jedes Stück 0,5 ccm Tuberkulin. Sämmtliche Thiere waren seit dem 8. Juni Abends 6 Uhr auf ihre Körperwärme im Mastdarme mehrmals geprüft worden. Die letzte Temperaturprüfung vor der Impfung fand unmittelbar vor der letzteren, d. h. am 9. Juni, Abends 6 Uhr statt. Die weiteren Messungen erfolgten am 9. Juni Abends 9 Uhr, 10 Uhr und 11 Uhr und hierauf stündlich bis zum 10. Juni Abends 6 Uhr.

Den Ankauf der Versuchsthiere, ihre Aufstellung auf dem Viehmarkte in Mannheim, die Anordnung wegen der Verpflegung der Thiere hatte der Großh. Bezirksthierarzt Fuchs im Auftrage des landwirthschaftlichen Bezirksvereins Mannheim besorgt. Derselbe Beamte, unterstützt von dem Großh. Bezirksthierarzt Ulm, den Thierärzten Abel und Ehrle von Mannheim, nahm auch den Zustand der Mastdarmtemperatur, des Pulses, der Athmung und der sonstigen Lebensfunktionen der Versuchsthiere auf.

Der Impfung wohnte der Kaiserl. Landesthierarzt für Elsaß-Lothringen, Herr Zmlin in Straßburg, und eine größere Anzahl von Thierärzten aus Rheinbayern an.

Die Versuchsthiere wurden am 11. und 12. Juni in dem Schlachthause zu Mannheim geschlachtet.

Bei der Aufnahme des Sektionsbefundes wirkte der inzwischen eingetroffene Delegirte des Reichsamts des Innern und Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamts, Regierungsrath Roeckl von Berlin mit.

Nach der am 9. Juni Abends 7 Uhr stattgehabten Impfung haben von den dem Versuche unterworfenen 22 Rindviehstücken 4 reagirt (13 M, 15 M, 20 M und 21 M), während die übrigen 18 Stücke keine Reaktion zeigten. In der Hauptsache wurde bei der Sektion der reagirenden Thiere Tuberkulose gefunden, die fast allein auf einzelne Lymphdrüsen der Bauch- oder Brusthöhle beschränkt war. Da bei den Thieren 1 M und 2 M gleichfalls einigermaßen verdächtige Drüsen gefunden wurden, so gingen die pathologischen Präparate aus den Versuchsthieren 1 M, 2 M, 13 M, 15 M, 20 M und 21 M an das pathologische Institut der medizinischen Fakultät in Heidelberg zur mikroskopischen Untersuchung, insbesondere auf Anwesenheit von Tuberkelbazillen. Die Untersuchung führte Dr. Dambacher im Auftrage des Herrn Geheimrath Professor Dr. Arnold aus.

Tuberkelbazillen wurden gefunden in den Präparaten aus den Versuchsthieren 13 M (reagirt), 15 M (reagirt), 21 M (reagirt) und 20 M (reagirt; Befund an Tuberkelbazillen zweifelhaft), in den Präparaten aus den beiden übrigen Thieren hingegen nicht.

Die Versuchsthiere wurden am 8. Juni Mittags 12 Uhr aus dem für die Wochenschlachtungen bestimmten Stapel des Mannheimer Viehmarktes entnommen und wurde darauf gesehen, daß die Thiere im Alter und Ernährungszustande recht verschieden waren, hauptsächlich aber darauf, daß sie bei der äußeren Besichtigung gesund erschienen.

Die Fütterung bestand in zweimaliger Verabreichung von Wiesenheu und Wasser und zwar Morgens 6 Uhr und Abends 5 Uhr. Bei der Abendfütterung am 10. Juni 5 Uhr, also 22 Stunden nach der vorgenommenen Impfung, befanden sich die Thiere wieder in dem Zustande, wie vor der Impfung.

14 Thiere wurden am 11. Juni geschlachtet und 8 Thiere am 12. Juni.

(Ueber das Ergebniß der Temperaturmessungen vor und nach der Einspritzung vgl. S. 76 u. 77.

Ergebniß der Schlachtung.

Zu 1. Geschlachtet am 11. Juni Morgens 10 Uhr. In einer Schlundkopfdrüse eine kleinere Anzahl hirse- bis grieskorngroßer kalkiger, ausschälbarer Herde, welche mit derben, weißen Bindegewebszügen, die häufig concentrische Schichtung zeigen, umgeben und von einander abgegrenzt sind. Die übrige Drüsensubstanz erscheint etwas markig geschwollen. Anatomische Diagnose unbestimmt. Mikroskopischer Befund: Weder epitheloide noch Riesen-Zellen noch Tuberkelbazillen.

Zu 2. Geschlachtet am 11. Juni Mittags 1 Uhr. An der hinteren Mittelfelldrüse die Marksubstanz auffallend grün verfärbt und die venösen Gefäße stellenweiß stark gefüllt. Die ganze Drüse ist mäßig geschwollen und an den Schnittflächen saftig glänzend.

Zu 3. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Gesund.

Zu 4. Geschlachtet am 11. Juni Morgens 11 Uhr. Gesund. (Am 10. Juni 1891 Mittags 12 Uhr: steht mit geschlossenen Augen da. Mittags 2 Uhr: starkes Thränen aus dem linken Auge. Abends 5 Uhr: ganz munter, guten Appetit.)

Zu 5. Geschlachtet am 12. Juni früh 6 Uhr. Gesund.

Zu 6. Geschlachtet am 11. Juni Vormittags 10 Uhr. Gesund, keine Reaktion, aber 39°.

Zu 7. Geschlachtet am 11. Juni 1 Uhr Mittags. Ein erbsengroßer lebender Echinokokkus in der Lunge.

Zu 8. Geschlachtet am 11. Juni Mittags $2\frac{1}{4}$ Uhr. Gesund.

Zu 9. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Gesund.

Zu 10. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Gesund.

Zu 11. Geschlachtet am 11. Juni Nachmittags 3 Uhr. Gesund.

Zu 12. Geschlachtet am 11. Juni, Nachmittags 2 Uhr. Gesund.

Zu 13. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Die hintere Mittelfelldrüse vergrößert, verhärtet und mit zahlreichen gelben, verkalkten Herden durchsetzt. Leichte Reaktion 1°. Tuberkulose.

Ergebnisse der Versuche mit Tuberkulin bei Rind-

Laufende Nummer.	Beschreibung des Versuchsthieres.	8. Juni		9. Juni					
		6	12	6	12	6	9	11	12
1.	Rind, Neckarschlag, Rothbläß mit weißen Füßen, 3 jährig, Ernährungszustand gut, rechte Brustwand flach	38,9	39,0	38,8	38,9	38,8	38,5	38,7	38,5
2.	Stier, Neckarschlag, roth mit Stern, 2½ jährig, Ernährungszustand gut	39,1	39,0	38,8	38,9	38,8	39,3	39,3	39,2
3.	Rind, Simmenthaler Kreuzung, Rothscheck mit Bläß, 3 jährig, Ernährungszustand gut	39,2	38,9	39,0	39,1	39,1	38,6	38,9	38,9
4.	Stier, Simmenthaler Kreuzung, roth mit Bläß, 18 Monat alt, Ernährungszustand gut	38,9	39,2	39,3	39,0	39,2	39,4	39,2	39,3
5.	Stier, Neckarschlag, roth mit Bläß, 2 jährig, Ernährungszustand gut	39,2	38,7	38,9	38,9	39,0	38,4	38,7	38,8
6.	Rind, Simmenthaler Kreuzung, Rothscheck, 3 jährig, Ernährungszustand gut	39,1	38,6	38,9	38,8	38,8	38,6	38,6	38,6
7.	Rind, Neckarschlag, roth, 3 jährig, Ernährungszustand gut	39,1	38,8	39,0	39,0	39,0	38,9	38,9	38,8
8.	Rind, Simmenthaler Kreuzung, Rothscheck, 3 jährig, Ernährungszustand gut	39,2	39,2	39,1	39,1	38,9	39,0	39,0	39,2
9.	Rind, Simmenthaler Kreuzung, Rothbläß mit weißen Flecken, 2 jährig, Ernährungszustand gut	39,1	38,7	39,0	38,9	39,0	38,9	38,9	38,7
10.	Stier, Neckarschlag, roth mit Bläß, 18 Monat alt, Ernährungszustand gut, hustet	39,0	39,1	38,9	39,1	39,3	39,3	39,2	39,5
11.	Stier, Neckarschlag, roth mit Stern und Schnippe, 3 jährig, Ernährungszustand gut	39,1	38,8	39,1	39,0	39,1	38,8	39,1	39,3
12.	Kuh, Simmenthaler Kreuzung, gelb mit Bläß, Kreuzfleck, 8 Jahre alt, Ernährungszustand mager, noch nicht abgehaart	39,3	38,8	38,6	38,4	38,7	38,9	38,8	38,7
13.	Kuh, Neckarschlag, roth mit Bläß, 8 Jahre alt, Ernährungszustand mittelmäßig	38,8	38,6	38,7	38,8	38,7	38,6	38,7	38,6
14.	Kuh, Neckarschlag, roth, 10 Jahre alt, Ernährungszustand mager	39,5	39,1	39,1	38,8	38,7	38,4	39,0	38,7
15.	Kuh, Simmenthaler Kreuzung, Gelbscheck, 7 Jahre alt, Ernährungszustand mittelmäßig	38,9	38,9	38,6	38,9	38,8	38,6	38,8	38,8
16.	Kuh, Neckarschlag, Rothscheck, 8 Jahre alt, Ernährungszustand mager	39,1	39,0	38,9	38,6	38,9	38,6	38,6	38,6
17.	Kuh, Simmenthaler Kreuzung, gelb mit Bläß, 8 Jahre alt, Ernährungszustand mager, nicht abgehaart	38,7	38,2	38,6	38,6	38,4	38,7	38,5	38,5
18.	Kuh, Neckarschlag, roth, 8 Jahre alt, Ernährungszustand mittelmäßig, stinkenden Ausfluß aus der Scheide	39,2	38,6	38,8	39,0	38,8	38,7	38,7	38,5
19.	Kuh, Neckarschlag, rothgelb mit Bläß, 9 Jahre alt, Ernährungszustand mager, rinderig	39,3	38,8	38,8	38,8	38,7	38,6	38,7	38,7
20.	Kuh, Neckarschlag, Rothscheck, 8 Jahre alt, Ernährungszustand gut	39,6	39,4	39,2	39,0	39,1	39,1	39,0	39,3
21.	Kuh, Neckarschlag, Rothscheck, 6 Jahre alt, Ernährungszustand gut	39,2	38,8	38,9	39,0	39,0	39,0	38,4	38,9
22.	Rind, Simmenthaler Kreuzung, Gelbscheck, 2 Jahre alt, Ernährungszustand gut, hustet oft	39,3	38,9	38,9	38,7	38,9	38,9	38,8	39,0

Anmerkung: Sämmtliche Thiere wurden am 8. Juni 1891 Abends 6½ Uhr geimpft.

vieh in Mannheim vom 8. bis 10. Juni 1891.

10. Juni																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
38,4	38,9	38,5	38,7	38,7	38,7	38,7	38,4	38,6	38,7	38,7	38,9	39,1	38,6	38,9	39,1	38,8	38,7
39,1	39,1	39,1	39,1	39,0	39,1	38,9	39,0	39,0	39,2	38,7	38,8	38,8	39,1	39,0	39,2	39,5	38,6
39,2	38,9	38,9	39,2	38,9	39,3	39,0	38,9	39,1	39,1	39,1	39,1	38,9	39,0	38,9	38,9	38,8	39,0
39,1	39,1	39,3	39,1	38,9	39,1	38,7	38,9	39,0	39,3	39,0	38,9	39,3	39,3	39,0	39,1	38,8	39,0
39,1	39,0	38,9	39,0	38,9	38,9	38,6	38,6	38,6	38,7	38,8	39,0	38,8	38,9	39,0	39,0	39,2	38,9
39,0	38,9	38,7	38,8	38,7	38,9	38,1	38,3	38,6	38,8	38,6	38,5	38,5	38,6	38,6	38,7	38,6	38,8
38,7	38,7	38,7	38,9	38,9	38,8	38,4	37,6	37,8	38,3	38,5	38,7	38,8	38,9	38,8	38,9	38,9	38,9
39,2	39,2	39,0	39,2	39,2	39,2	39,1	39,0	39,0	39,0	39,0	38,7	39,0	39,2	39,5	38,8	38,2	38,6
38,9	39,3	38,7	38,8	38,8	38,9	39,0	38,9	39,1	38,9	39,1	38,7	39,0	39,0	38,8	38,7	38,6	39,0
39,0	39,3	39,1	39,1	38,9	38,8	39,1	39,5	39,1	39,3	39,0	39,1	38,8	38,7	38,8	38,9	38,8	39,3
38,5	39,1	38,9	39,1	39,2	39,1	39,1	39,4	39,0	39,1	39,0	39,0	38,9	39,0	39,0	39,3	39,2	39,3
38,5	38,7	38,9	38,5	38,9	39,1	37,9	38,2	38,7	38,5	38,4	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,9	38,6
38,5	38,6	38,6	38,8	38,8	38,8	38,7	39,1	39,2	39,4	39,6	39,1	39,2	39,2	39,3	39,3	38,9	38,7
38,6	38,4	38,8	38,8	39,0	39,1	39,0	39,2	39,2	39,2	39,2	39,1	39,0	38,9	38,9	38,7	38,6	38,5
38,7	38,7	38,7	38,9	39,2	39,1	39,3	39,7	40,1	40,5	40,1	40,1	39,9	39,6	39,5	39,2	38,6	38,6
38,6	38,7	38,7	38,6	38,6	38,7	38,6	38,8	38,8	38,7	38,6	39,0	38,6	38,7	38,8	39,0	38,6	38,4
38,5	38,6	38,6	38,5	38,6	38,9	38,6	38,6	38,6	38,6	38,3	38,5	38,9	38,5	38,7	38,6	38,6	38,7
38,7	38,6	38,6	38,7	39,0	38,9	38,8	38,7	38,7	38,4	39,0	38,9	38,8	38,7	38,6	38,8	38,5	38,8
38,5	38,4	38,7	38,6	38,8	38,7	38,6	38,6	38,9	38,8	38,7	38,8	38,8	38,8	38,6	38,7	38,8	38,8
39,3	39,4	39,7	40,1	40,8	40,7	40,7	40,6	40,4	40,2	41,1	40,0	39,7	40,2	40,1	40,3	49,4	[1]) 39,6
39,0	39,1	39,2	39,8	40,0	40,5	40,0	40,3	40,4	40,5	40,7	40,7	40,8	40,8	41,1	41,2	40,2	[2]) 40,1
38,9	38,4	38,8	38,8	38,9	38,7	38,8	39,0	38,8	38,8	38,8	38,7	38,7	38,7	38,7	39,0	38,7	38,8

[1]) Ferner um 7½ — 39,4 und 9½ Uhr Abends 39,4. — [2]) Ferner um 7½ — 40,0 und 9½ Uhr Abends 39,7.

Mikroskopischer Befund. 1. Schlundkopfdrüsen (Resultat der Untersuchung mehrerer verschiedener Drüsenschnitte): Typische Lymphdrüsentuberkel in verschiedenen Stadien, bestehend aus einem Kranz peripher gelagerter epitheloider Zellen mit durchschnittlich wenig Riesenzellen und weit vorgeschrittener zentraler Verkäsung. Positiver Nachweis von Tuberkel-Bazillen. 2. Mittelfelldrüse: ein typischer Tuberkel bestehend aus peripheren epitheloiden Zellen, mehreren Riesenzellen, mit ausgedehnterer zentraler Verkäsung. Im Innern des Käseherds Verkalkung.

Zu 14. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Einige narbige Einziehungen an der Oberfläche der Leber. Bohnengroße Bronchektasie mit schleimig-eitrigem Inhalte. An einer 5-Markstück großen Stelle eine alte Verdichtung (Atelektase.) Die Mittelfelldrüse sehr stark pigmentirt. Keine Reaktion aber 39°.

Zu 15. Geschlachtet am 11. Juni Vormittags 8 Uhr. (Am 10. Juni Vormittags 10 Uhr: aufgeregtes Athemholen, Erweiterung der Nasenlöcher). Eine verdächtige markige Stelle in der hinteren Mittelfelldrüse. — Die linke Schlundkopfdrüse mandelförmig und etwa 5—6 mal größer als die anderseitige. An dem hinteren Ende fühlt sich die Drüse härtlich an. Die Durchschnittsfläche zeigt in der Marksubstanz, welche von gelb-röthlich schmutziger Farbe ist, hellere rundliche Flecken, deren Rand sich beim Umbiegen des Drüsenstückes theilweise von der übrigen Substanz ablöst. Von der Schnittfläche läßt sich ziemlich reichliche Lymphe abstreichen. Auf der Abdominalfläche des Zwerchfelles rechterseits membranische Auflagerungen, von welcher etwa drei stark injicirt waren — Mikroskopischer Befund. Schlundkopfdrüse: Massenhafte typische Lymphdrüsentuberkel, bestehend aus peripheren epitheloiden Zellen und zahlreichen Riesenzellen. In einigen der Tuberkel beginnende Verkäsung. Positiver Nachweis von Tuberkel-Bazillen.

Zu 16. Geschlachtet am 11. Juni Mittags 2 Uhr. Gesund.

Zu 17. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Distoma lanceolatum in den erweiterten Gallengängen. Gesund.

Zu 18. Geschlachtet am 11. Juni Mittags 2 Uhr. In Lunge, Leber und Euter frische und abgestorbene Echinokokken.

Zu 19. Geschlachtet am 12. Juni Vormittags 10 Uhr. Rahmiger Eiter und Konkremente in den erweiterten Gallengängen.

Zu 20. Geschlachtet am 11. Juni Vormittags 10 Uhr. (Am 10. Juni Vormittags 6 Uhr: Versagt das Morgenfutter, athmet schwer, unregelmäßig, aussetzend, mattes Haar, kaut nicht wieder. 90 Pulse. — 9 Uhr: kaut wieder. Abends 5 Uhr: reichliche Wasseraufnahme, guter Appetit). Eine Bronchialdrüse vergrößert, verhärtet mit zahlreichen, theils vereinzelten, theils zusammenfließenden gelben kalkigen Herdchen durchsetzt. — Wahrscheinlich Tuberkulose. Mikroskopischer Befund. Die Untersuchung einer großen Reihe von Schnitten sämmtlicher vorhandenen Drüsen ergab nur in einer Drüse eine einzige auf Tuberkulose verdächtige Stelle mit epitheloiden Zellen und einigen Riesenzellen. Auch hinsichtlich der Tuberkel-Bazillen ist das Resultat ein fragliches. Die Diagnose auf Tuberkulose kann daher nicht mit Sicherheit gestellt werden. Hierzu erklärt sich Herr Geheimrath Professor Dr. Arnold-Heidelberg auf besonderes Anfragen dahin: In dem Glase 20 M befand sich eine Drüse, auf deren Durchschnitt, nachdem sie besser gehärtet war, kleine Knötchen zum Vorschein kamen. Dieselben sind zum größten Theil verkalkte oder hyalin degenerirte Knötchen, an denen eine Struktur überhaupt nicht nachweisbar war; außerdem kleine, aus krümeligem Material bestehende Herde, spärliche Riesenzellen und Epitheloidzellen. Ueberhaupt erweist sich die Drüse bei der mikroskopischen Untersuchung in geringerem Grade verändert, als sich nach der makroskopischen Beobachtung erwarten ließe. Zweifellose Tuberkel-Bazillen habe ich nicht gefunden; trotzdem scheint mir die tuberkulöse Natur des Prozesses ziemlich sicher.

Zu 21. (Am 10. Juni: Stellt sich vom Futter zurück, schließt hie und da die Augen, schläft meistentheils. Mittags 4 Uhr: Kaut nicht wieder.) — Geschlachtet am 11. Juni Vormittags 11 Uhr. Reaktion. Hintere Mittelfelldrüse stark vergrößert, markig infiltrirt, vollständig durchsetzt mit grieskorngroßen gelben verkalkten Knoten. Eine haselnußgroße Gekrösdrüse ebenso verändert. In der Lunge zwei etwa taubeneigroße käsige Herde. — Wahrscheinlich Tuberkulose. Mikroskopischer Befund. 1. Schlundkopfdrüsen: Zahlreiche typische Lymphdrüsentuberkel, bestehend aus epitheloiden Zellen, vielen, auffallend großen Riesenzellen, theilweise beginnende zentrale Verkäsung; Verkalkung. 2. Mittelfelldrüsen: Desgleichen, nur ist die Verkäsung weiter vorgeschritten. Positiver Nachweis von Bazillen.

Zu 22. (Am 10. Juni: Steht vom Futter zurück und hustet öfters. Nach dem Morgenfutter wiederkäuend, hörte bald auf, schlägt den Kopf nach der Seite um.) Geschlachtet am 11. Juni Vormittags 11 Uhr. Gesund.

III. Zweiter Versuch in Karlsruhe.

Am 7., 8. und 9. Oktober wurde im städtischen Schlachthofe zu Karlsruhe ein weiterer Versuch mit Tuberkulin an 12 Rindviehstücken angestellt. Die Versuchsthiere wurden 48 Stunden lang nach der Einspritzung beobachtet. Wegen der Schwierigkeit, welche die Feststellung der wahren Natur bei manchen pathologischen Veränderungen trotz makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung geboten hat, sind Impfungen mit den bei der Sektion der Versuchsrinder aufgefundenen pathologischen Produkten an Thieren anderer Art vorgenommen worden.

Der Versuch begann am 7. Oktober, Nachmittags 3 Uhr damit, daß die einzelnen Thiere (3 Ochsen, 3 Bullen und 6 Kühe, Nr. 1—12 K) hinsichtlich ihres Gesundheitszustandes untersucht und das Verhalten der Körpertemperatur, des Pulses und der Athmung festgestellt wurde. Nachdem hierbei sämmtliche Thiere anscheinend gesund befunden worden waren, wurde denselben Abends 8 Uhr 0,5 ccm Tuberkulin in der früher angegebenen Mischung unter die Haut der Seitenfläche des Halses gespritzt. Die Messung der Körperwärme erfolgte erstmals 3 Stunden nach der Injektion, das zweite Mal am 8. Oktober Morgens 5 Uhr und von hier aber stündlich bis Abends 7 Uhr, hierauf 9 Uhr Abends und um Mitternacht, am 9. Oktober Morgens 5 Uhr, hierauf Mittags 12 Uhr und dann wiederum stündlich bis Abends 8 Uhr.

Eine typische Reaktion trat nur bei dem Versuchsthier Nr. 9 K ein. Dieselbe äußerte sich 12 Stunden nach der Einspritzung des Mittels in Erhöhung der Mastdarmwärme und des Pulses, Sträuben der Haare, heftigem Zittern des Hintertheils, Vorstellen der Hinterfüße unter den Leib, Abnahme der Freßlust, Senken des Kopfes. Die Körperwärme, welche vor der Einspritzung 38,5, 38,6 und 38,8° C betragen hatte, stieg während der Reaktionszeit auf 40,1° C, hielt sich etwa 2 Stunden auf dieser Höhe, um dann auf 39 und einige Zehntelsgrad zu fallen, welchen Stand sie indeß bis zum Schlusse des Versuchs (nahe 36 Stunden lang) bewahrte. Ein ähnliches Verhalten zeigte der Puls, dessen Zahl vor der Einspritzung 80, während der Reaktion 100 und später 90 in der Minute betrug.

Das Versuchsthier Nr. 5 K, dessen Temperatur vor der Injektion auf 38,6, 38,9 und 38,7° C gestanden hatte, zeigte 14 Stunden später plötzlich 39,9° C, indeß ohne anderweitige Erscheinungen, welche als Ausdruck der Wirkung des Tuberkulins hätten gedeutet werden können. Bei der eine Stunde später erfolgten Messung zeigte das Thermometer noch 39,0° C, bei der nächsten Messung 38,9° C, sodann nochmals 39,0° C. Weitere Messungen ergaben jeweils einen niedereren Stand.

Bei den übrigen Thieren konnte ein derartiges Verhalten nicht beobachtet werden.

Am 10. und 12. Oktober wurden die Versuchsthiere im städtischen Schlachthofe in Karlsruhe geschlachtet. Dabei fand sich, daß das Versuchsthier Nr. 9 K, welches auf die Einspritzung reagirt hatte, tuberkulös war (siehe Sektionsbefund in der Tabelle). Bei dem Thier Nr. 5 K, welches während der ganzen Beobachtungszeit nur vorübergehend eine Temperatur von 39,9° C gezeigt hatte, waren zwei äußerlich nicht veränderte Gekrösdrüsen mit einigen stecknadelkopfgroßen Erweichungsherden durchsetzt.

Ergebnisse des Impfversuches am 7. Octo…

Am 7. October 1891 Abends 8 Uhr wurde je…

Beschreibung der Thiere	Gewicht kg Lebendgewicht	Gewicht kg Schlachtgewicht	Ergebnis der Section	Beobachtung	7. October 1891 Nm. 3	Nm. 5	Ab. 7	Ab. ½10	Ab. ½11	Na. ½12	8. October 1891 Mg. 5	Mg. 6	Mg. 7	Vm. 8	Vm. 9	Vm. 10
						—	—	1½	2½	3½	9	10	11	12	13	14
Nr. I. **Ochs.** Simmenthaler Kreuzung, roth-bläß-fleck, 4½ Jahr alt, 8 Schaufeln, fett.	710	413	nicht tuberkulös [1]	Cels.° Temperatur	38,5	38,5	38,6	38,6	38,6	38,3	38,5	38,5	38,4	38,7	38,8	38,4
				Puls	52			52		60	44		48		64	
				Athem	20			24		18	20		20		20	
Nr. II. **Ochs.** Simmenthaler Kreuzung, roth-fleck, 3½ Jahr alt, 6 Schaufeln, fett.	570	309	normal	Cels.° Temperatur	39,0	39,0	38,8	38,7	38,7	38,8	38,7	38,7	38,6	38,9	39,2	38,6
				Puls	48			52		44	44		50		62	
				Athem	16			24		20	18		20		22	
Nr. III. **Ochs.** Simmenthaler Kreuzung, 4½ Jahr alt, 8 Schaufeln, fett.	630	357	normal	Cels.° Temperatur	38,2	38,4	38,9	38,5	38,4	38,3	38,4	38,3	38,3	39,1	38,7	38,5
				Puls	46			52		48	44		52		60	
				Athem	20			24		20	24		22		18	
Nr. IV. **Farren.** Simmenthaler Kreuzung, roth-bläß-fleck, 3 Jahr alt, fett.	620	367	normal	Cels.° Temperatur	38,8	38,9	38,8	38,7	38,4	38,5	38,4	38,5	38,5	38,9	38,8	38,7
				Puls	44			68		66	52		60		80	
				Athem	16			16		18	16		16		28	
Nr. V. **Kuh.** Simmenthaler Kreuzung, 4½ Jahr alt, 8 Schaufeln, 2mal gekalbt.	450	202	nicht tuberkulös [2]	Cels.° Temperatur	38,0	38,9	38,7	38,7	38,7	38,6	38,4	38,5	38,6	39,0	39,0	39,9
				Puls	64			60		60	64		84		72	
				Athem	15			18		20	20		18		20	
Nr. VI. **Kuh.** Ausbacher, gelb weiß getigert, rechtes Auge vorgefallen, 5mal gekalbt.	415	222	normal	Cels.° Temperatur	38,5	38,8	38,7	38,5	38,4	38,2	38,0	38,2	38,4	39,1	38,6	38,8
				Puls	52			44		48	48		50		50	
				Athem	15			16		16	12		15		15	
Nr. VII. **Kuh.** Rigischlag, 6 Jahr alt, 4mal gekalbt.	450	203	normal	Cels.° Temperatur	38,4	38,3	38,5	38,6	38,7	38,5	38,4	38,3	38,5	38,9	39,1	38,8
				Puls	64			50		48	48		54		48	
				Athem	16			18		16	12		14		18	
Nr. VIII. **Kuh.** Neckarschlag, roth-bläß, 6 Jahr alt, 4mal gekalbt, fett.	665	348	nicht tuberkulös [3]	Cels.° Temperatur	38,8	38,8	38,9	38,9	38,9	38,9	38,7	38,6	38,9	38,6	38,9	39,2
				Puls	62			60		60	64		60		60	
				Athem	16			16		16	18		16		18	

[1] Bindegewebige Auflagerung am Rande des linken Leberlappens. Umschriebene erbsen- bis pfenniggroße 2 mm …
[2] In zwei Mesenterialdrüsen befinden sich hanfsamengroße Erweichungsherde. In den übrigen Organen, insbesond…
[3] Haubenwandung durch bindegewebige Auflagerungen verdickt. Im Centrum der krankhaften Veränderung ein Drah…
Leber 2 Echinokokkusblasen. Am linken Rande der Leber ein nußgroßer Abszeß, dessen speckige, ½ cm dicke, glatte Wandung auf …
enthalten. Aus der größeren Abszeßhöhle entleert sich grüner, rahmiger, übelriechender Eiter, sowie eine markstückgroße Membr…

1891 im Schlachthause zu Karlsruhe.

Versuchsthier 0,5 ccm Tuberkulin eingespritzt.																		
8. October 1891								9. October 1891										Verhalten der Thiere
Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Ab.	Ab.	Nc.	Mg.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Ab.	Ab.	Ab.	
1	2	3	5	6	7	9	12	5	12¼	1	2	3	4	5	6	7	8	
17	18	19	21	22	23	25	28	33	40¼	41	42	43	44	45	46	47	48	Stunden nach der Einspritzung
38,7	38,5	38,7	39,2	38,8	38,8	38,9	38,7	38,8	38,7	38,7	39,2	38,9	38,6	38,6	38,8	38,9	38,9	normal.
60		56		52		54												
18		20		18		18												
39,0	38,9	39,0	39,2	39,2	39,1	39,1	39,1	38,9	38,9	38,8	38,8	38,8	38,8	38,7	38,7	38,7	38,8	normal.
60		55		62		60												
20		22		24		20												
38,[illegible]	38,1	38,7	38,9	38,7	38,7	38,5	38,7	38,5	38,2	38,4	38,5	38,4	38,5	38,5	38,4	38,6	38,6	normal.
56		70		64		62												
20		22		20		24												
38,7	38,8	38,8	38,9	39,1	38,9	39,1	39,1	38,9	38,8	38,8	38,9	38,9	39,0	38,9	38,8	38,8	38,9	normal.
58		64		64		72												
22		22		24		22												
38,9	39,0	38,9	39,0	38,8	38,9	38,8	38,8	38,7	38,9	38,8	38,8	38,7	38,5	38,7	38,8	38,7	38,8	normal.
84		78		72		72												
20		22		20		18												
39,1	38,9	38,9	39,2	39,3	39,1	38,8	38,7	38,6	38,3	38,6	38,6	38,5	38,6	38,6	38,6	38,5	38,6	14 Stunden nach der Einspritzung: sträubt die Haare, frißt.
48		54		52		60												
14		16		16		18												
38,6	38,5	38,8	38,8	38,8	38,6	38,6	38,4	38,4	38,5	38,6	38,5	38,5	38,7	38,7	38,6	38,7	38,7	14 Stunden nach der Einspritzung: hustet
54		52		54		56												
14		16		16		16												
39,2	39,0	39,2	39,5	39,4	39,4	39,2	39,0	38,7	39,1	38,9	38,9	39,0	39,0	39,2	39,3	39,3	39,3	normal
68		70		74		72												
18		25		22		20												

die Lebersubstanz hineinragende gelb gefärbte Herde.
in den übrigen Lymphdrüsen des Körpers nichts Abnormes.
itift, welcher die Wandung durchbohrt hat. In der rechten Lunge 2 Echinokokkusblasen. Sonst ist dieselbe normal. — In der Entfernung von 10 cm in die benachbarte Lebersubstanz schwartige, bindegewebige Züge entsendet, die zum Theil kleinere Abszesse die offenbar die Hülle eines zu Grunde gegangenen Echinokokkus darstellt.

Beschreibung der Thiere	Gewicht kg		Ergebnis der Section	Am 7. October 1891 Abends 8 Uhr wurde jedem [...]													
				Beobachtung	7. October 1891						8. October 1891						
	[illegible]	[illegible]			3	5	7	9/10 1	11 2	12 3	Mg. 5 9	Mg. 6 10	Mg. 7 11	Vm. 8 12	Vm. 9 13	[illegible] 14	[illegible] 1[...]
Nr. IX. Kuh. Simmenthaler Kreuzung, Schimmel-gelb-fleck, 8 Jahr alt, 6mal gekalbt.	400	185	tuberkulös[1]	Celf.° Temperatur.	38,5	38,6	38,8	38,4	38,3	38,4	38,6	38,7	39,3	40,1	39,4	40,1	39,[...]
				Puls	80			60		68	80		94		100	92	9[...]
				Athem	16			16		14	12		20		20	20	2[...]
Nr. X. Kuh. Ansbacher, roth-braun, weiß geligert, 10 Jahr alt, 8 Kälber.	450	228	normal	Celf.° Temperatur.	38,6	38,8	38,7	38,9	38,6	38,8	38,7	38,4	38,8	39,3	39,2	39,1	39,[...]
				Puls	60			64		72	64		60		74		6[...]
				Athem	20			20		18	25		20		25		2[...]
Nr. XI. Farren. Simmenthaler Kreuzung, roth-bläß-gefleckt, 1½ Jahr alt.	325	184	normal	Celf.° Temperatur.	39,0	38,8	38,7	38,9	38,6	38,8	38,7	38,4	38,8	39,1	39,0	38,9	39,[...]
				Puls	80			64		72	64		60		74		6[...]
				Athem	20			20		18	25		20		25		2[...]
Nr. XII. Farren. Simmenthaler Kreuzung, Rothscheck, 1½ Jahr alt.	315	174	normal	Celf.° Temperatur.	39,1	38,9	38,7	38,9	38,6	38,6	38,4	38,5	38,8	39,2	38,9	39,1	39,[...]
				Puls	78			66		72	66		80		60		[illegible]
				Athem	24			20		18	16		18		32		[illegible]

[1]) **Bronchialdrüsen vergrößert, auf dem Durchschnitt gelbe, theils käsige, theils kalkige Massen, die ganze Drüse oder Bronchialdrüsen. — Am parietalen und visceralen Blatt des Bauchfells Tuberkelknoten.**

welche ihrem Aussehen nach vorerst nicht als tuberkulöse Veränderungen angesprochen werden konnten.

Bei Thier Nr. 8 K fanden sich je 2 Echinokokken in der Lunge und in der Leber, in welcher außerdem ein nußgroßer Abszeß vorhanden war, der sich offenbar im Anschluß an einen zu Grunde gegangenen Echinokokkus ausgebildet hatte. Endlich fand sich in der Haubenwandung ein Drahtstift, welcher eine umschriebene traumatische Peritonitis verursacht hatte.

Bei dem Thiere Nr. 1 K zeigte die Leberkapsel am Rande des linken Leberlappens eine bindegewebige Verdickung, welche von einem abgelaufenen entzündlichen Prozesse des Leberüberzugs herrühren mochte. Die tuberkulöse Lymphdrüse des Thieres 9 K und die Gekrösdrüse des Thieres 5 K wurde am 10. Oktober l. J. in vollkommen frischem Zustande an das hygienische Institut der Universität Freiburg behufs näherer Untersuchung eingesandt. Der Vorstand des Instituts, Herr Professor Dr. Schottelius, fand bei Nr. 9 K in der mit Kalkkörnchen durchsetzten Lymphdrüse Tuberkelbazillen in großer Menge, in dem in entzündetem, d. h. stark infiltrirtem Lymphdrüsengewebe gelegenen Detritus von Nr. 5 K dagegen keine solchen, sondern in dem frischen Präparat an der Oberfläche Fäulnißbakterien und in der Tiefe kleine, nicht näher zu bestimmende Bazillen.

Versuchsthier 0,5 ccm Tuberkulin eingespritzt.																		Verhalten der Thiere
8. October 1891								9. October 1891										
Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Ab.	Ab.	Na.	Mg.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Nm.	Ab.	Ab.	Ab.	
1	2	3	5	6	7	9	12	5	12¼	1	2	3	4	5	6	7	8	
17	18	19	21	22	23	25	28	33	40¼	41	42	43	44	45	46	47	48	Stunden nach der Einspritzung
39,7	39,2	39,1	39,2	39,7	39,5	39,0	39,0	39,0	39,3	39,1	39,2	39,0	39,2	39,2	39,3	39,2	39,2	12 Stunden nach der Einspritzung: Sträubt die Haare, zittert heftig, frißt, aber mit nur wenig Lust; hört bald auf, stellt die Hinterfüße unter den Bauch, läßt den Kopf hängen. 14 Stunden nach der Einspritzung: wieder normal.
90		96		96		90												
18		22		20		20												
39,1	—	39,1	39,6	39,5	39,0	38,8	—	39,0	38,9	38,9	38,9	39,4	39,2	39,2	39,1	39,0	39,0	normal.
65	—	78		68		74												
22	—	16		20		24												
39,1	39,1	39,1	39,6	39,5	39,0	38,8	38,8	39,0	38,9	38,9	38,9	39,4	39,2	39,2	39,1	39,0	39,0	normal.
65		78		68		74												
22		16		20		24												
39,4	39,2	39,3	39,2	39,2	39,1	39,2	—	39,3	39,1	39,3	39,2	39,3	39,3	39,2	39,1	39,1	39,1	normal.
84		64		60		64	—											
28		16		18		20	—											

einzelne Theile derselben einnehmend. Mittelfelldrüsen mit Ausnahme einer einzigen in gleicher Weise verändert wie die

Aus diesem Grunde wurde zu Injektionsversuchen geschritten und mit dem entsprechend gereinigten Material zwei Kaninchen und zwei Meerschweinchen am 13. Oktober subkutan infizirt. Kleine Stückchen des verdächtigen Gewebes wurden außerdem zwei Kaninchen in die vordere Augenkammer eingelegt. Letztere war anderen Tags wieder prall mit klarem Humor aqueus gefüllt; die Gewebsstückchen lagen reaktionslos unter der Cornea, wurden im Laufe der nächsten acht Tage sichtlich kleiner, schließlich vollständig resorbirt, ohne daß das Allgemeinbefinden der Thiere gelitten hätte. Von den Meerschweinchen ging eines am 15. Oktober an malignem Oedem (wahrscheinlich Infektion der Wunde) ein, das zweite wurde 15 Tage nach der Injektion, am 28. Oktober getödtet und zeigte vollkommen gesunde Organe. Das subkutan eingenähte Gewebsstück war reaktionslos resorbirt, die Wunde glatt vernarbt. Von den beiden geimpften Kaninchen verendete eines am 16. Oktober. Die Sektion ergab ödematöse Durchtränkung der Bauchorgane, klare Flüssigkeit in der Bauchhöhle mit Fäulnißbakterien. Das andere Kaninchen magerte im Laufe der ersten 10 Tage stark ab und verendete am 25. Oktober. Die Sektion ergab an Stelle des subkutan an der Innenseite des linken Oberschenkels eingenähten Gewebsstücks einen flachen, mit käsigem Eiter gefüllten Abszeß. Ein ähnlicher Abszeß fand sich an Stelle der inneren Leistendrüsen.

Tuberkelbazillen waren in dem käsigen Eiter nicht nachweisbar, dagegen in der Wandung der Abszesse Kokken und kurze Stäbchen in großer Menge; der Prozeß würde demnach, — da auch sämmtliche übrigen Organe frei waren von Herderkrankungen und sich namentlich nirgends Tuberkelbazillen nachweisen ließen — als eine der sog. progressiven Abszeßbildung der Kaninchen [Koch]) nahestehende Krankheit aufzufassen sein.

Wie aus den Diagrammen Nr. 26 u. 27 leicht ersichtlich ist, besteht ein wesentlicher Unterschied in dem beobachteten Verlauf der Körperwärmebewegung des Versuchsthiers 9 K und des Versuchsthiers 5 K. Abgesehen davon, daß 5 K weitere Krankheitserscheinungen nicht zeigte, ist überdies die kurze Zeit andauernde Steigerung der Körperwärme nicht über 39,9° C gegangen, während bei dem tuberkulösen Thier 9 K die Körperwärme einen fieberhaft hohen Grad noch 48 Stunden nach der Tuberkulineinführung bewahrte.

Die Verimpfung krankhafter Produkte an kleinere empfänglichere Versuchsthiere hat sich somit für die weitere Verfolgung der Natur der Krankheit als zweckmäßig erwiesen. Mit der Vervollkommnung des Versuchsverfahrens dürften auch jene seltenen zweifelhaften Fälle, bei welchen das Tuberkulin seine spezifische Wirkung auf tuberkulöse Individuen zu versagen scheint, sich noch weiter klären.

Schlußbetrachtung.

Läßt man die beiden mit Aktinomykose behafteten Thiere Nr. 43 und 44 der II. Versuchsreihe von Berlin, sowie des Thiers E der I. Versuchsreihe in Karlsruhe, welches schon vor der Einspritzung 41,1 Grad Körperwärme zeigte und bei der Schlachtung nicht tuberkulös befunden wurde, außer Betracht, so sind im Ganzen in Berlin 64 Thiere, in Karlsruhe und Mannheim 69, zusammen 133 mit Tuberkulin behandelt worden. Hiervon haben in Berlin

	[1]) reagirt	tuberkulös	nicht tuberkulös	[1]) nicht reagirt	tuberkulös	nicht tuberkulös
I. Reihe . . .	8	7	[2]) 1	2	0	2
II. „	33	26	[3]) 7	9	[5]) 2	7
III. „ . . .	10	9	[4]) 1	2	[6]) 2	0
zusammen . . .	51	42	9	13	4	9

Somit waren von den reagirenden Thieren 82,4 pCt. tuberkulös, von den nicht reagirenden 69,2 pCt. nicht tuberkulös. Zieht man nur die I. und III. Reihe, bei

[1]) Als Reaktion ist eine Steigerung der Körperwärme um mindestens 0,5 Grad angenommen.

[2]) Chronisches fauliges Lungengeschwür.

[3]) 4 Stück waren mit Echinokokken, 2 davon zugleich mit chronischer Entzündung der Gallengänge (hiervon eines noch mit fettiger Entartung in einer Lymphdrüse) und eines zugleich mit Abszessen in der Leber und im Zwerchfell behaftet; ferner zeigte eines nur die erwähnte Erkrankung der Gallengänge, ein weiteres nur Kalkknoten in einer Lymphdrüse; eins wurde gesund befunden.

[4]) Chronische Euterentzündung, Lymphosarkom in der Milz.

[5]) Hiervon hatte je eines schon 40,1 bezw. 39,3 Grad Körperwärme vor der Einspritzung, das letzterwähnte hatte ferner nur 0,1 ccm Tuberkulin erhalten.

[6]) Zeigten schon 39,5 Grad Körperwärme vor der Einspritzung.

welchen sämmtliche Eingeweide mit den Lymphdrüsen regelmäßig zur Untersuchung gelangten, in Betracht, so sind die Voraussetzungen bei 88,8 pCt. reagirenden und 50,0 pCt. nicht reagirenden Thieren eingetroffen.

Erwägt man indeß, daß die 4 tuberkulös befundenen Thiere, welche auf die Anwendung von Tuberkulin nicht reagirten, schon vor der Einspritzung eine krankhaft erhöhte Körperwärme gezeigt hatten, nämlich von der II. Versuchsreihe Nr. 38 40,4 Grad, Nr. 39 39,3 Grad, von der III. Versuchsreihe Nr. 1 und 8 je 39,5 Grad und deshalb für den Versuch ungeeignet waren, daß auch das erwähnte Stück Nr. 39 nur 0,1 ccm Tuberkulin erhielt, so ist speziell bei den nicht reagirenden Thieren ein Ausfall in der Tuberkulinwirkung nicht zu verzeichnen.

Bei etwa 3/4 der Fälle, in welchen tuberkulöse Thiere reagirten, ist eine Temperatursteigerung um 1 Grad und darüber, und als höchster Stand der Körperwärme 40 Grad und darüber eingetreten.

Für die Versuche in Karlsruhe und Mannheim gestaltet das Verhältniß sich wie folgt:

	reagirt	tuberkulös	nicht tuberkulös	nicht reagirt	tuberkulös	nicht tuberkulös
I. Reihe . . .	23	21	[1])2	12	[2])1	11
II. „ . . .	4	3	[3])1	18	0	18
III. „ . . .	2	1	[4])1	10	0	10
zusammen . . .	29	25	4	40	1	39

Es haben sich somit von den reagirenden Thieren 86,2 pCt. tuberkulös, und von den nicht reagirenden 97,5 pCt. nicht tuberkulös erwiesen.

Das Tuberkulin hat sich in den betreffenden Fällen nicht allein bei den der Tuberkulose mehr oder minder verdächtigen, sondern auch bei solchen Thieren als diagnostisches Mittel brauchbar erwiesen, welche dem äußeren Anschein nach als vollständig gesund gelten mußten.

Es hat sich ferner als besonders feines Reagens bei Thieren gezeigt, welche nur mit vereinzelten Tuberkeln behaftet waren, die bei der gewöhnlichen Art der Untersuchung von Schlachtthieren häufig übersehen werden. Zur Feststellung der tuberkulösen Natur an den bei der Sektion gefundenen krankhaften Zuständen reichte die anatomische Untersuchung allein meist nicht aus. Hierzu war vielmehr der mikroskopische Nachweis von Tuberkelbazillen und bei einer Anzahl von Fällen selbst der Thierversuch erforderlich.

Als Dosis haben sich 0,5 ccm Tuberkulin ausreichend und zweckmäßig erwiesen.

Bei kleineren Dosen ist die Reaktion im Allgemeinen eine geringere gewesen, ingleichen bei einer 2. Einspritzung, welche eine Woche nach der ersten erfolgte.

Ein bemerkenswerther Einfluß des Alters, Geschlechts oder Körpergewichts auf die Höhe der Reaktion hat sich bei den Versuchen nicht ergeben.

[1]) Hiervon je eines mit Schwellung von Darmdrüsen und mit Lungenemphysem behaftet.
[2]) Käsige Herde in einer Lymphdrüse, Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen.
[3]) Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen.
[4]) Erweichungsherde in einer Lymphdrüse, Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen.

Eine Schädigung der Thiere durch Tuberkulin ist bei ein- oder zweimaliger Anwendung von 0,5 ccm, und wenn die 2. Einspritzung eine Woche nach der ersten erfolgte, nicht eingetreten. Dagegen hat infolge der häufigen Beunruhigung der Thiere während der Versuchstage, ferner durch das Fieber und die verringerte Futteraufnahme während der Reaktionsstunden ein Ausfall in der Milchmenge stattgefunden. Die Steigerung der Körperwärme erreichte am häufigsten ihren höchsten Stand etwa 15 Stunden nach der Einspritzung, wenn diese am Abend vorgenommen wurde, weniger häufig nach 14 und 16, noch seltener nach 11 bis 13 Stunden.

Von nicht tuberkulösen Thieren haben solche, welche mit Lungengeschwür, Abszessen in der Leber, verkästen Echinokokken, Euterentzündung und Aktinomykose, ferner solche, welche mit Schwellung von Darmdrüsen und Lungenemphysem behaftet waren, auf die Einspritzung von Tuberkulin reagirt.

Am sichersten gestattet die eintretende Reaktion einen Rückschluß auf das Vorhandensein von Tuberkeln, wenn die Steigerung der Körperwärme mindestens 1 Grad, und die höchste Temperatur mindestens 40 Grad beträgt. Thiere, welche an sich schon hohe Körperwärme haben, sind für die Anwendung des Tuberkulins wenig, solche mit 39,5 Grad und darüber anscheinend überhaupt nicht geeignet.

Vergleichende Untersuchungen über den Vibrio Cholerae asiaticae (Kommabacillus Koch), mit besonderer Berücksichtigung der diagnostischen Merkmale desselben.

Von

Dr. Paul Friedrich,

Königlich Sächsischem Assistenzarzt I. Kl., kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Hierzu Tafel V—VII.

Fast könnte es als ein zweckloses Beginnen erscheinen, die Formen- und Entwickelungsbilder des Choleravibrio erneut zum Gegenstande einer Untersuchung zu machen, nachdem sein Entdecker diese selbst in erschöpfender Weise seiner Zeit dargestellt und zahlreiche Arbeiten anderer Forscher nach ihm sie in vollem Umfange bestätigt hatten. Gleichwohl wird es jedem, der, Cholerakrankheitsgebieten fern, sich an übersandten Kulturen jüngerer oder älterer Abstammung von Krankheitsfällen, für diagnostische Zwecke zu orientiren sucht, sich ereignen, daß er auf Schwierigkeiten in der Beurtheilung manches Gesehenen stößt. So wird es ihm um so eher ergehen, je zahlreicher die ihm zur Verfügung stehenden Kulturen sind. Man pflegt die abnormen Wuchsformen häufig rasch mit der Bezeichnung „atypisch" abzuthun, ohne die Abweichungen vom „Typus" genauer zu verfolgen und vielleicht daraus zu machender Rückschlüsse auf die Natur und das Wesen des Keimes zu würdigen. Auch hat sich in der That, wie in den Textsätzen des „Atlas der Bakterienkunde" von Fränkel und Pfeiffer mit Recht bemerkt wird, in der Praxis der bakteriologischen Untersuchung vielfach eine gewisse konventionelle Art der mikroskopischen Betrachtung eingebürgert, die sehr auf Kosten der Gründlichkeit in gedankenlosen Schematismus ausartet; „man achtet regelmäßig auf bestimmte besonders wichtige und belangreiche Eigenschaften des Präparates, übersieht die weiteren aber in mehr oder minder absichtlicher und willkürlicher Weise, würdigt also die Eigenthümlichkeiten des Objektes nur zum Theile. Die Kolonien der verschiedenen Bakterienarten auf der Gelatineplatte z. B. werden nur ausnahmsweise einer wirklich genauen Betrachtung unterzogen; meist begnügt man sich mit dem allgemeinen Eindruck, mit der Kenntnißnahme der augenfälligsten Aeußerlichkeiten und hält die Untersuchung damit für abgeschlossen." Auf der anderen Seite, möchte ich hinzufügen, wird wiederum manchen Einzelheiten ein unverdientes Gewicht beigelegt, welches dann nicht selten zu dem übereilten Schlusse auf „Variation" oder „Anpassung" des betreffenden Keimes führt.

Mehrere Forscher haben im Laufe der letzten Jahre in exaktem, fleißigen Verfolge des Wechsels in den Wachsthumserscheinungen von Bakterien in der That Umwandlungen

der Lebensäußerungen entstehen sehen, die mit einer gewissen Zähigkeit von den veränderten Arten festgehalten wurden, und haben damit eine Veränderungsfähigkeit mancher Erscheinungen darzuthun vermocht. Zu einer vollständigen Wesensänderung, die eine Aufgabe des Artcharakters zur Folge gehabt hätte, haben es die Versuche nicht gebracht. Ohne auf diese Arbeiten näher einzugehen, möchte ich doch zwei herausgreifen, die mit Rücksicht auf den Choleravibrio von besonderem Belang sind, insofern sie sich mit Keimen beschäftigten, die als Verwandte des letzeren bezeichnet werden können. G. Firtsch[1]) vermochte aus alten Gelatinekulturen des Vibrio Proteus (Finkler-Prior's, Kommabacillus der Cholera nostras) drei nach mikroskopischer Form und besonderer Art ihrer Koloniebildung verschiedene Vibrionen neben dem echten Proteus herauszuzüchten, die sich in genauem Verfolg ihrer Wachsthumsäußerungen als „Variationen" des ursprünglichen Vibrio Proteus zu erkennen gaben, Variationen, die den ungünstigen Bedingungen einer über 300 Tage alten Kultur ihre Entstehung zu verdanken schienen. Es wohnte denselben ein gewisses Maß von Beständigkeit, ein Festhalten ihrer Veränderungen inne. R. Pfeiffer[2]) begegneten, bei Prüfung einer Kultur des Vibrio Metschnikoff zwei nach Wachsthum und Verflüssigungsart unterscheidbare Formen desselben Keimes, die bei weiterer Fortzüchtung wechselsweise wieder in einander übergingen. Es blieb von beiden Beobachtern unentschieden, von welchen Einflüssen die merkwürdigen Veränderungen abhängig waren. Am Choleravibrio sind ähnliche Erfahrungen noch nicht gemacht, bezw. mitgetheilt worden; man pflegt die Verschiedenheiten mancher Kulturen auch als „atypisch" kurzweg zu behandeln, so wenig es wohl auch von der Hand gewiesen werden kann, daß diese „atypischen" Erscheinungen ein werthvolles Licht auf das Wesen des Keimes selbst werfen. Die Kenntniß dieser Abweichungen vom „Typus" wird sich des weiteren sofort als eine nothwendige Voraussetzung ergeben, wenn man sich, selbst den Choleraheerden fern, zu Vergleichen mit Kulturen von fraglicher Bedeutung anschickt.

Die Nummer 5 der „Indian medical Gazette" von 1890 hatte die auszugsweise Bearbeitung eines Aufsatzes „On the association of several distinct species of commabacilli with cases of Cholera in Calcutta" von D. Cunningham gebracht, deren Original in Bd. V. der „Scientific memoirs by the medical officiers in the Army of India" veröffentlicht war. In dieser Arbeit waren die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung von einer Reihe von Cholerafällen niedergelegt; es hatte sich dabei gezeigt, daß Kommabacillen zwar in jedem Falle asiatischer Cholera gefunden wurden, aber je nach Verschiedenheit ihres lokalen Ursprungs unter sich verschieden waren. Der englische Forscher fand sich in der Lage, an Cholerabacillen von Fällen des General Hospitals durchgreifende Unterscheidungsmerkzeichen nach Form und Kultur festzustellen gegenüber solchen von Fällen des Medical College Hospitals, bezw. des Sealdah Pauper Hospitals in Calcutta. Der Verfasser jener Mittheilung schloß daraus auf das Vorliegen ganz verschiedener Arten von Kommabacillen und beendete dementsprechend seine Arbeit mit einem heftigen Angriff auf den von der übrigen Forscherwelt

[1]) Georg Firtsch, Untersuchungen über Variationserscheinungen bei Vibrio Proteus. Archiv für Hygiene Bd. 8. S. 369.

[2]) Zeitschrift für Hygiene Bd. 7. S. 347.

festgehaltenen Werth der ätiologischen Bedeutung der Kommabacillen für die Cholera asiatica; später erfuhr diese Ausführung eine nachträgliche Erweiterung durch den Aufsatz desselben Autors in den „Scientific memoirs“ Part. VI. 1891: „On some species of Choleraic Commabacilli occuring in Calcutta“, worin derselbe auf neue an 16 Fällen gewonnene Erfahrungen gestützt, 10 verschiedene Arten von Kommabacillen beschreibt, die angeblich mehrfache Aehnlichkeiten, doch insgesammt auch solche Verschiedenheiten nach Form und Entwickelung unter sich und gegenüber dem Koch'schen Vibrio boten, daß er jede als Spezies für sich zu betrachten und zu beschreiben unternommen hat. Es ist nicht möglich, alle die Einzelheiten dieser Arbeit kurz zusammenfassend wiederzugeben, auch lassen zahlreiche Angaben genauere Daten vermissen; ich habe mich daher auf das eben Mitgetheilte beschränkt und verweise auf die Originalarbeit.

Ein glücklicher Umstand bot mir Gelegenheit zur Nachprüfung dieser seltsamen Mittheilungen, indem ich durch Herrn Dr. Klein[1]) in London in den Besitz eines großen Theiles der fraglichen Kulturen gelangte, die dem englischen Beobachter als Ausgangspunkt seiner Schlußfolgerungen gedient hatten. Ich konnte es nicht wagen, an eine Kritik der Cunningham'schen Arbeit heranzugehen, ehe ich mich selbst mit den Wachsthumsbedingungen des Choleravibrio in zahlreichen Kulturen verschiedener Herkunft und verschiedensten Alters vertraut gemacht hatte. Diese letzteren Vergleichsuntersuchungen, welche ich in der bakteriologisch-pathologischen Abtheilung des Gesundheitsamts ausgeführt habe, boten mir an sich schließlich mancherlei des Bemerkenswerthen, um ihre Bekanntgabe zu rechtfertigen. Zusammen mit dem neuen indischen Materiale gewann der Boden dieser Beobachtungen an Weite und Inhalt.

Ich habe es mir sonach zur Aufgabe gemacht, den Abweichungen von Form-, Entwickelungs- und Wachsthumstypus des Choleravibrio sorgfältig nachzugehen, diese auf ihren diagnostischen Werth zu prüfen und im Anschluß an die dabei gewonnenen Erfahrungen eine Erklärung der Cunningham'schen Angaben durch eignen Vergleich seiner Kulturen zu geben, bezw. diese Angaben auf ihren thatsächlichen Werth zu beschränken. Besonders leitende Gesichtspunkte für die eigne Fragestellung bei meinen Vergleichen waren mir folgende: Welche Unterschiede an Entwickelung und Aussehen der Kulturen bedingt die verschiedene Herkunft als solche? Wie weit beeinflußt das verschiedene Generationsalter das Verhalten derselben Kultur? Innerhalb welcher Grenzen kann man von Konstanz der Erscheinungen beim Vergleich jüngerer und älterer Generationen reden? Erneut bin ich der Frage der Arthrosporenbildung nahe getreten, da mich zahlreich angestellte Beobachtungen geradezu zu einem Urtheil über die noch nicht geklärten damit in Verbindung stehenden Erscheinungen drängten.

Da in erster Linie der diagnostische Werth der Beobachtungen für meine Arbeit bestimmend war, so bin ich von den bekannten, uns an die Hand gegebenen diagnostischen Hilfsmitteln bei mikroskopischer Prüfung und Kulturanlagen nicht abgewichen. Gerade innerhalb dieser vielgeübten und gekannten Methoden müssen sich die auf die Diagnostik gerichteten Untersuchungen halten. Wo die Erklärung einer Er-

[1]) Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. Klein nochmals für die mehrfache gütige Vermittelung von Kulturen danken.

scheinung eine Abweichung von den gebräuchlichen Technicismen nothwendig machte, ist letzteres besonders erwähnt. Ich habe mich sonach in der Regel der bekannten Nährböden bedient: Fleischwasser-Pepton (1 %)-Kochsalz (1/2 %)-Gelatine (10 %); Fleischwasser-Pepton (1 %)-Kochsalz (1/2 %)-Agar-Agar (1 1/2 %); Pepton (1 %)-Kochsalz (1/2 %)-Fleischwasser (Bouillon); Hammelserum, flüssig und erstarrt, ohne Zusätze; Pepton (1 %)-Kochsalz (1/2 %)-Wasser (aqua sterilis.); Kartoffel.

Tabelle 1. **Verzeichniß der benutzten Kulturen.**

	Bezeichnung der Kultur	Herkunft der Kultur	Morphologische Eigenthümlichkeiten der Kulturen: Beweglichkeitsprüfung: Im hängenden Tropfen nach 16 stündiger Kultur auf Agar bei 37,5° C.	Morphologische Eigenthümlichkeiten der Kulturen: Trockenpräparat ebenso alter Agarkultur, 4 stündige Färbung mit wässr. konz. Fuchsinlösung
1.	Calcutta 5. Gen.	Erhalten im Februar 1890 von Herrn Prof. Hüppe (Prag) mit Bezeichnung „Calcutta 4 Gen." auf Agar; von mir auf Agar fortgezüchtet	Fast durchweg Verbände von 4—5 μ*) Länge, neben kleineren Formen. Rasche durchs Gesichtsfeld schießende oder schraubige Bewegungen. Zahlreiche Bakterienklumpen.	Im Ganzen ziemlich lange (4—5 μ), ziemlich gestreckte Gebilde; zahlreiche echte Kommaformen.
2.	Shanghai	1888 von Mac Leod in Shanghai gezüchtet und dem hygienischen Institut zu Berlin übermittelt, seit 1889 im Gesundheitsamt auf versch. Nährböden (Gelatine, Agar und Serum) mit und ohne Lichtschutz fortgezüchtet. Generation unbekannt.	Meist 3—4 μ lange Formen bildendes „typisches" Bild: „Mückenschwarm". Häufiges Aneinanderkleben mehrerer Einzelindividuen bis zur Klumpenbildung; keine längeren Spirillen.	Erscheint in längeren fast durchweg ganz gestreckten Gebilden, mit nur vereinzelten Andeutungen von Krümmungen. Statt stumpfer Enden häufig zugespitzt.
3.	Malta	Als „atypische" Cholera im Juni 1890 aus dem hyg. Institut Berlin durch Herrn Dr. Pfeiffer erhalten, seitdem auf Agar unter Lichtschutz von mir fortgezüchtet. Hohe, unbekannte Generation.	Verbände höchstens 3 μ lang; Einzelindividuen nicht über 1 μ „tanzender Mückenschwarm". Vereinzelt schöne lange Spirillen mit 6 und mehr Windungen.	Meist kürzere Einzelglieder, als die ersten beiden; dieselben sind gestreckt oder leicht geschweift, mehr weniger stumpf endend.
4.	Finthen	Im Jahre 1886 von Herrn Prof. Gaffky während der Finthener Epidemie isolirt, seitdem im Gesundheitsamt und später von Herrn Stabsarzt Dr. Heim, (Würzburg) weitergezüchtet und von diesem mir überlassen. Hohe, unbekannte Generation.	Verbände wie Calcutta. Beweglichkeit gering. Keine längeren Spirillen.	Geschweifte, gegen 3 μ lange Gebilde; zahlreiche S-Formen.
5.	Paris	Der Pariser Epidemie vom Jahre 1886 entstammend, Fortpflanzung wie Finthen.	Einzelindividuen und Verbände wie Malta. Bewegungserscheinungen verlangsamt. Keine längeren Spirillenbildungen; häufig Klumpen.	Kurze, an den Enden abgestumpfte, ausgesprochen in Kommaform geschwungene Gebilde.
6.	IX. „März 89"	Mit Etikette „März 1889" aus Calcutta an Herrn Prof. Klein, London, gelangt, von ihm mir gütigst überlassen im Oktober 1890, von mir fortgesetzt auf Agar.	Meist 1—1,5 μ große Einzelindividuen „tanz. Mückenschwarm". Daneben 3 μ große Kommaform zeigende Verbände; Spirillenbildung bis zu 10 μ Länge, mit langsamerer schraubender Bewegung.	

*) Ohne tüfteligen Messungen Werth beizumessen, hielt ich mich doch bei diesen ersten Aufnahmenotizen zur Orientirung an den μ-Maßstab.

Bezeichnung der Kultur	Herkunft der Kultur	Morphologische Eigenthümlichkeiten der Kulturen	
		Beweglichkeitsprüfung: Im hängenden Tropfen nach 16stündiger Kultur auf Agar bei 37,5° C.	Trockenpräparat ebenso alter Agarkultur, 4stündige Färbung mit wässr. konz. Fuchsinlösung
7. I. (α) Medical College Hospital	18. Dezember 1890 auf Agar (angelegt am 2. Dezember 1890) erhalten.	Größe wie „Shanghai", typ. Bewegungsbild.	Größe wie „Shanghai", doch meist geschweift.
8. II. (β) General Hospital	Wie I.	Komma- und Spirillenbildung, vereinzelt lebhafte Bewegung.	Bacillen häufig ganz gestreckt, zart, z. Th. zugespitzt, häufig zu Verbänden angeordnet; auch Komma- und S-Formen.
9. III. (γ) Sealdah Pauper Hospital	Erhalten am 23. Mai 1891 auf Agar (angelegt am 11. Mai 1891).	3–4 μ lange Formen, sehr zahlreiche lange, schön geringelte Spirillen, mit ruhiger schraubiger Bewegung übers Gesichtsfeld; die kürzeren Formen lebhafter beweglich.	Kommaformen, von 3 μ Länge; lange schraubige Spirillen; oder gestrecktere Fäden.
10. V. General Hospital	Erhalten im Oktober 1890 auf Agar.	Größe wie „Shanghai". „Mückenschwarm". Keine Spirillen.	Kurze starre und geschweifte Formen.
11. VI. Medical College Hospital	Wie I.	3–4 μ lange Kommas; zahlreiche Spirillen mit 10 bis 12 Windungen, ziemlich lebhaft bewegt; kurze Formen: „Mückenschwarm".	Wohlgeschweifte Komma- und S-Formen; vielfach längere Verbände in Spirillen oder gestreckteren Fäden.
12. VII. Medical College Hospital, von demselben Fall wie VI.	Wie III.	Alle Formen fast gleich groß, 3 μ. Kommaform häufig. Zahlreich ruhend, einzelne sehr rasch sich bewegend. Keine Spirillen.	Fast durchweg, doch nur mäßig gekrümmt; kürzere Formen als VI.
13. VIII. Medical College Hospital, von demselben Fall wie VI.	Wie V.	Länge: 4 μ. Rasch schraubig sich bewegend. Keine Spirillen. „Mückenschwarm".	Kurze stark geschlängelte Verbände. Einzelformen mäßig oder schön geschwungen.

Von den Kulturen I—VIII sind mir Originalröhren bez. Abstriche der von D. Cunningham rein gezüchteten und zu dessen Untersuchungen verwandten Kulturen von Cholorafällen der drei Hospitäler: Medical College, General und Sealdah Pauper Hospital gütigst übermittelt worden. Ich führe dieselben gleichwohl nicht mit den Bezeichnungen Cunningham's ein, sondern mit den Marken, unter denen sie in meine Hände gelangt sind. Die gleiche Angabe für Krankheitsfall und Hospital läßt mich annehmen, daß die Kulturen I und α, II und β, III und γ, V und θ (General Hospital), VI, VII und VIII mit ι ξ η (alle 3 stammend von einem Falle des Medical College Hospitals) identisch sind, wie auch die Kultur IV den Eigenschaften der Kultur δ (Gelatine nicht verflüssigend) entsprach. Siehe auch Bemerkungen der Tabelle 4. S. 79.

Die Kultur Shanghai besaß ich in 3 verschiedenen Züchtungsreihen: Die erste, mit „Shanghai A. E." bezeichnete, war die seit Frühjahr 1888 im Kaiserlichen Gesundheitsamt fortgezüchtete, die zweite, mit „Shanghai hy" bezeichnete, entstammte der Sammlung des hygienischen Instituts zu Berlin, wo sie in fortlaufenden Reihen bis Frühjahr 1890 erhalten worden war, die dritte verdanke ich der Güte des Herrn Stabsarzt Privatdozent Dr. Heim in Würzburg; sie ist mit „Shanghai H." ausgezeichnet. Ich habe mich nicht begnügt, eine dieser Shanghaikulturen allein in meine Versuche einzureihen, weil thatsächlich alle drei unter sich kleine, aber erkennbare Verschiedenheiten zeigten.

Gelegentlich sind Protokolle von Thierversuchen eingefügt, soweit solche zur Unterstützung der Diagnose von Bedeutung waren. Die zu den Untersuchungen mir zur Verfügung stehenden Kulturen sind in der vorstehenden Tabelle 1 verzeichnet. Eine Reihe derselben ist im Besitze zahlreicher Fachleute.

Nur zu allgemeiner Charakteristik habe ich den Angaben über die Herkunft kurze morphologische Notizen beigefügt, so wie ich sie mir bei erster Bekanntschaft mit jeder neuen mir zur Verfügung gestellten Kultur aufzeichnete.

Alle Kulturen waren mir auf Agar-Agar zugegangen außer Shanghai A. C., hy. und Malta, wovon ich Gelatinestichkulturen erhielt; von jeder dieser Stammkulturen schickte ich einen Theil durch Platten, von letzteren legte ich neue Agarkulturen an und solchen 16 Stunden alten entstammen die ersten morphologischen Daten.

Die Kultur IV (*d*) habe ich nach kurzen Versuchen von den weiteren Vergleichen ausgeschlossen und darum auch nicht in das „Verzeichniß der benutzten Kulturen" aufgenommen. Sie enthält kleine kurze Stäbchen, wächst rasch und schmierig auf Kartoffeln, verflüssigt Gelatine nicht und ermangelt der Rothreaktion. Ein einziges Mal in einer Choleraausleerung gefunden, verdiente sie wohl überhaupt nicht unter den Verwandten oder Konkurrenten des Choleravibrio als „Species" aufgeführt zu werden, wie es Cunningham in seiner Arbeit gethan hat.

Gerade die Kulturen „Shanghai", Malta", „Finthen", „Paris" müssen wegen ihres Generationsalters als geeignete betrachtet werden, um an ihnen und durch sie ein Urtheil über die Grenzen von Variabilität zu gewinnen, die vielleicht Generations- und Kulturalter unter den Einflüssen unsrer künstlichen Nährböden bedingen. „Calcutta" war noch ein Typus im Sinne der früheren Darstellungen. Die an diesen 5 Kulturen zusammen gewonnenen Erfahrungen mußten die Berechtigung zur Kritik an den neuen Kulturen Cunningham's außer Frage stellen.

Morphologie.

a) Allgemeines.

In Gaffky's Worten des „Berichtes über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera" im Jahre 1883 nach Aegypten und Indien entsandten Kommission[1]), daß es „nicht gelungen war, ein Präparationsverfahren aufzufinden, durch welches die Cholerabacillen im mikroskopischen Bilde so kenntlich zu machen gewesen wären, daß daraufhin in allen Fällen ihre Unterscheidung von ähnlichen Formen sich hätte bewirken lassen", lag damals die Entscheidung Koch's selbst über den diagnostischen Werth der mikroskopischen Prüfung, und spätere Forschungen haben an diesem Satze nichts zu ändern vermocht. Immerhin wird Niemand die Bedeutung der mikroskopischen Untersuchung im Zusammenhang mit den Kulturcharakteren des Choleravibrio bestreiten wollen, und wie Koch damals die bildliche Gegenüberstellung des letzteren gegen den Finkler-Prior'schen Bacillus zur Kritik benutzte, haben auch Fränkel und Pfeiffer

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. III.

neuerdings in ihrem Atlas den Vergleich der mikroskopischen Betrachtung von Cholera- und verwandten Keimen als wichtigen und nothwendigen Theil der Unterscheidung durch Abbildungen dargethan. Diese Thatsache bezeichnet auch heute noch die Wichtigkeit der mikroskopischen Eigenthümlichkeiten zur Genüge.

Die erste Voraussetzung zum vergleichenden Studium der morphologischen Verhältnisse ist die peinlichste Innehaltung gleichmäßiger Versuchsbedingungen. Denn geringste Schwankungen in der Alkalescenz oder dem Säuregehalt der Nährböden vermögen, wie bekannt, in Wachsthum und Aussehen der Kulturen oft schon deutlichen Ausdruck zu finden. Ich habe daher Schlüsse nur auf Vergleiche aufgebaut, die an Kulturen angestellt waren, deren Nährlösung einen gemeinsamen Ursprung nach Zeit und Herstellung hatte (nur an aus demselben Kolben gefüllten Kulturröhren). Auch die sonstigen Kulturbedingungen (Temperatur von 37,5° für Agarkulturen, von 20° C. für Gelatinekulturen, Schutz vor Einwirkung des Lichtes) wurden mit Sorgfalt gleichmäßig eingehalten.

Die in der obigen Tabelle 1 gegebenen Notizen zur kurzen Charakteristik der einzelnen Kulturen sollten, wie erwähnt, gleichsam nur als Ausweise ihrer Beschaffenheit bei erstmaliger Betrachtung dienen. Häufig vorgenommene Vergleiche derselben ergeben vielmehr Folgendes:

Fast alle von mir geprüften Kulturen zeigen bei längerem Wachsthum auf künstlichem Nährboden mannichfache, zum Theil beträchtliche Abweichungen vom Formen-„Typus“. Während z. B. „Paris“ und „Finthen“ trotz ihres Generationsalters dem echten Cholerabilde in dieser Beziehung noch genau entsprechen, bringt „Malta“ sehr häufig nur noch außerordentlich kurze, kaum noch einmal so lang als breite, stumpfe, „Shanghai“ hingegen längere, zartere und mehr zugespitzte Bakterienelemente hervor. Die Wiederkehr dieser veränderten Formen ist keineswegs eine regel- und gleichmäßige. Die sichere Hervorbringung der einen oder anderen Form hat man durch das Experiment nicht in der Hand.

Folgende beiden Versuchsreihen haben mir zunächst gezeigt, daß die Zahl der Ueberimpfungen auf künstliche Nährböden die Veränderungen der Formen nicht beeinflußt, sondern daß es die Zeit ist, seitdem die Kultur von ihrem letzten Aufenthalt im Thierkörper entfernt ist, der Zeitraum, den man gemeinhin als das Generationsalter einer Kultur bezeichnet, während das Kulturalter das Alter jeder einzelnen Abimpfung bedeutet.

Die Kultur „Calcutta“ war in fortlaufenden Generationen 13 Monate lang erhalten worden und zwar meist auf Bouillon oder Agar-Agar. Am 20. Juni 1891 wurden von diesen Kulturen verschiedener Generation Abstriche auf Agar-Agar und Hammelserum, auf je 2 Röhren vorgenommen. Die umstehend beigefügte Tabelle 2 diene zur Orientirung.

Das Hammelserum hatte sich mir in frischer Zubereitung, namentlich der Theil an der Grenze des Condenstropfens als ganz besonders geeignet für die Wiedergewinnung üppiger Kulturen von solchen, die man für nahe dem Absterben ansehen mußte, erwiesen (absichtlich wandte ich hierzu nicht Bouillon an); diese so erhaltenen neu angegangenen Kulturen auf Agar-Agar oder Serum lieferten mir direkt als solche oder in

Tabelle 2. Zusammenstellung der Generationen der Kultur „Calcutta".

Nr.	Datum der seinerzeitigen Kulturanlage.	Generation.	Nährboden, auf dem die Kultur aufbewahrt wurde.	endgiltiges Alter der Kultur beim Versuchsbeginn.	Nährboden, auf den von der Kultur zum Versuchszweck neu übertragen wurde	Erfolg der Impfung.		Bemerkungen.
						am 22. 6.	am 24. 6.	
1	24. 5. 90	5.	Gewöhnliche Bouillon	1 Jahr 1 Mon.	1 Serum	o*)	o	
					1 Agar	o	o	
2	31 5. 90	5.	" "	1 Jahr 2/3 Mon.	1 Serum	o	†	
					1 Agar	o	†	
3	11. 6. 90	6.	" "	1 Jahr	1 Serum	†	.	
					1 Agar	o	o	
4	27. 8. 90	7.	Verdünnte Bouillon (1:5 destill. Wasser)	10 Monate	1 Serum	†	.	
					1 Agar	o	o	
5	27. 8. 90	7.	Bouillon	10 "	1 Serum	†	.	
					1 Agar	†	.	
6	27. 8. 90	7.	Agar-Agar	10 "	1 Serum	†	.	
					1 Agar	†	.	
7	4. 9. 90	8.	Bouillon + 2 Tr. Tct. Opii auf 6 ccm Bouillon	$9^1/_2$ Monate	1 Serum	†	.	Aus Versehen war nur noch eine der Bouillonkulturen mit Opiumzusatz aufbewahrt.
					1 Agar	†	.	
8	6. 9. 90	8.	Peptonwasser (1 % Pepton + 1/2 % Na Cl.)	$9^1/_2$ "	1 Serum	†	.	Die Kultur vom 6. 9. war seinerzeit abgeimpft von einer Agarkultur vom 27. 8.
					1 Agar	o	o	
9	13. 11. 90	9.	Agar-Agar	7 Monate	1 Serum	†	.	
					1 Agar	†	.	
10	20. 12. 90	10.	"	6 Monate	1 Serum	†	.	
					1 Agar	†	.	
11	2. 3. 91	12.	"	$3^1/_2$ Monate	1 Agar	†	.	Die Kultur vom 2. 3. war von einer Kultur vom 30. 1. gewonnen. die umgekommen ist.
12	3. 4. 91	13.	"	$2^1/_2$ Monate	1 Agar	†	.	
13	10. 5. 91	14.	"	$1^1/_2$ Monate	1 Agar	†	.	
14	30. 5. 91	15.	"	20 Tage	1 Agar	†	.	
15	10. 6. 91	16.	"	10 Tage	1 Agar	†	.	
16	14. 6. 91	17.	"	6 Tage	1 Agar	†	.	
17	15. 6. 91	18.	"	5 Tage	1 Agar	†	.	
18	18. 6. 91	19.	"	2 Tage	1 Agar	†	.	

*) o bedeutet Ausbleiben, † Eintritt neuer Vegetation.

nochmaliger Uebertragung auf Agar Agar das Material zur morphologischen Vergleichsuntersuchung und, womit ich unten wieder auf jenen Versuch zurückkommen werde, zum Vergleich der etwa hervortretenden Kolonie-Verschiedenheiten in der Gelatineplattenkultur. Es zeigte sich, daß eine Verschiedenheit der Formen in der Abimpfung der Röhre 2 gegen die von Röhre 18 nicht hervortrat, daß aber sämmtliche Neigung zeigten zur Bildung von Verbänden, und mehr geschweifte zarte, als stumpfe, plumpe kurze Formen enthielten. Die Beweglichkeit war bei allen Kulturen noch unverändert, sehr ausgesprochen, „typisch" vorhanden. Auch das Verfilzen zu kleineren oder größeren Bakterienklumpen zeigten die Betrachtungen der Kulturen im hängenden Tropfen in gleicher Weise.

Eine zweite Versuchsreihe bildete die Ergänzung zu dieser. Es wurden am 2. März 1891 je zwei Meerschweinchen mit Kulturen von „Calcutta", „Shanghai", V und VIII, Malta in der von Koch angegebenen Weise, nach vorausgeschickter Alkalisirung des Mageninhalts mit 5 ccm 5 pCt Sodalösung, infizirt; jedes Thier erhielt 5 ccm Bouillonaufschwemmung einer 2tägigen Agar-Agarkultur mit Schlundsonde in den Magen eingeführt, die Darmperistaltik wurde mit (1 g auf 200 g Thiergewicht) Opiumtinktur aufgehoben Tabelle 3 zeigt kurz die Ergebnisse dieser Infektion.

Tabelle 3. **Meerschweinchen-Infektionsversuche.**

Thier-nummer.	Kultur.	Tag der Impfung.	Tag des Todes.	Befund bei der Eröffnung des Thieres.
1	„Calcutta."	2. 3.	3. 3. nach 30 Stunden.	Magen schwappend mit gelben dünnflüssigen Massen erfüllt. Dünndarm schlaff, rosig gefärbt. Inhalt: dünnflüssige, weiß-grauliche, schleimgemischte Massen. Im Blinddarm zahlreiche Blutaustritte und breiige Koth-Massen.
2	„Calcutta."	2. 3.	3. 3. nach 26 Stunden.	Befund wie bei 1., Dünndarm noch schlaffer (erweitert) von graurötlicher flockiger Masse erfüllt.
3	„Shanghai."	2. 3	3. 3. nach 28 Stunden.	Magen schlaff schwappend, Gase und reichliche dünnflüssige, wäßrige, gelbflockige Masse enthaltend. Dünndarm zum größten Theil erschlafft; gleichmäßig injizirt und von graugelblichen, schleimigwäßerigen Massen erfüllt; von geronnenem Blute theilweise erfüllt.
4	„Shanghai."	2. 3	3. 3. nach 28 Stunden.	Magen, wie 3. Dünndarm gleichmäßig rosaroth, schwappend bis Fingerdicke schlaff erweitert, von schleimigwäßrigen, graugelben Massen erfüllt. Im Blinddarm dünnflüssige Koth-Masse.
5	VIII.	4. 3.	5. 3. nach 28 Stunden.	Magen schlaff-erweitert, Gase und Speisereste enthaltend. Dünndarm gleichmäßig injicirt, besonders in den oberen $^2/_3$. Inhalt: dünnflüssigbreiige, gelbliche Massen. In Blind- und Dickdarm reichliche Blutaustritte.
6	VIII.	4. 3.		Thier bleibt am Leben.
7	V.	4. 3.	5. 3. nach 26 Stunden.	Magen mit Gasen und Speiseresten erfüllt. Obere $^2/_3$ des Dünndarms gleichmäßig schlaff erweitert, grauroth gefärbt mit dünnflüssiger, gelber Masse erfüllt, Blind- und Dickdarm zeigten zahlreiche Blutaustritte, Blinddarm von geronnenem Blute fast erfüllt.

Thier-nummer.	Kultur.	Tag der Impfung.	Tag des Todes.	Befund bei der Eröffnung des Thieres.
8	V.	4. 3.	5. 3. nach 36 Stunden.	Thier bleibt am Leben.
9	„Malta."	4. 3.		Befund wie bei 7, doch ohne die Blutgerinsel im Blinddarm.
10	„Malta."	4. 3.		Thier bleibt am Leben.

Aus den vom Dünndarminhalt (bei Entnahme des Impfmaterials in dessen Mitte oder am unteren Ende) angelegten Gelatineschalenkulturen wurden am 7. bezw. 9. März (von V, VIII und Malta) Abimpfungen auf Agar-Agar gemacht, von diesen fortlaufende Neuanlagen von Kulturen, je nach Verlauf von ungefähr 5 Tagen eine neue. Nach Neuanlage jeder Strichkultur wurde dieselbe für 24 Stunden bei 37,5° C, darnach im Thermostaten von 20° C gehalten.

Am 20. Juni 1891 standen sonach von jeder der 5 Kulturen (Calcutta, Shanghai, V, VIII, Malta) je 20 Generationen seit Verlassen des Thierkörpers zur Verfügung. Es wurden jedesmal die Generationen 1, 2, 3, 19 und 20, als diejenigen, in denen etwaige gleichmäßige charakteristische Unterschiede am schärfsten zum Ausdruck kommen mußten, zum weiteren Vergleich benutzt, am 20. Juni auf je 1 Röhre Agar-Agars (ganz gleicher Herstellung) umgestrichen, wiederum 24 Stunden bei 37,5° C belassen und am folgenden Tage in ungefärbtem und gefärbten Zustande untersucht. Das Ergebniß des morphologischen Vergleichs war folgendes: während seiner Zeit (am 7. März) die erste Generation nach Verlassen des Thierkörpers durchweg kurze (von der typischen Länge), stumpfe, gleichmäßig und innerhalb weniger Minuten gut färbbare Einzelelemente aufgewiesen hatte, kamen jetzt fast durchweg, sowohl bei dem Neuabstrich der seinerzeitigen 1., als bei dem der 20. Generation, längere, zartere, schwerer bezw. ungleichmäßig färbbare Formen zum Vorschein. (Auf letzteren Punkt komme ich später ausführlicher zurück.) Diese Veränderung betraf sämmtliche Generationen der einzelnen Kulturen und war unter den verschiedenen 5 Kulturen mehr weniger intensiv, aber bei allen in verwandter Weise ausgesprochen. Ein Unterschied, etwa abhängig von der Zahl der Ueberimpfungen trat nicht hervor; für die Gleichmäßigkeit der Veränderung in der ganzen Generationsreihe war sonach nur die Zeit des Lebens außerhalb des Thierkörpers als solche entscheidend gewesen.

Die Grundform des Cholera-Vibrio ist die im Thierexperiment hervortretende: das kurze ungefähr $^2/_3$ eines Tuberkelbacillus lange, ziemlich dicke, plumpe stumpf endende, häufig leicht geschweifte, in Flüssigkeiten (Bouillon, physiologischer Kochsalzlösung oder destillirtem Wasser) sich lebhaft bewegende („tanzender Mückenschwarm") stäbchenähnliche Gebilde. Von künstlichen Nährböden ist es namentlich die obere (Luft-)Schicht der Bouillon, welche ähnliche Wachsthumsformen wie im Thierkörper zeigt: stumpfe Kurzformen. In der Tiefe der Bouillon stoßen wir schon nach 2 Tagen auf zahlreiche Spirillen. Eine dünne Schicht einer mäßig bewegten, an Nährstoffen reichen, bei Körperwärme gehaltenen Flüssigkeit in freier Berührung mit der Luft vereinigt in sich die Ideale günstiger

Vermehrungsbedingungen im Experiment außerhalb des Thierkörpers. In Agar begegnet man sehr häufig schon in jungen Kulturen Verbänden von 2 bis 3 Einzelelementen, die allgemein mit Recht als der Ausdruck herabgesetzter Lebensäußerung aufgefaßt werden. Den günstigeren Entwicklungsbedingungen entspricht immer das allgemeine Auftreten isolirter Keime im mikroskopischen Bilde. Es scheint, als ob die kurzen Verbände auf Agar eher eine Verzögerung der Theilung der Plasmamasse selbst, als eine verzögerte, nicht gleichen Schritt mit der Plasmaentwicklung haltende Trennung der Hüllsubstanz bedeuteten. Stärkere Schlängelung (Torsion und Flexion) und längere Verbände treten auch in jungen Kulturen, aber nur dann frühzeitig auf, wenn Wachsthum und Vermehrung an sich lebhaft sind, aber durch äußere Hemmungen das Wachsthum nicht zu vollem Abschlusse gelangt. So kommen sie in der bei 37,5° C gehaltenen Agarkultur der üppigen Kultur VI schon nach 12 bis 16 Stunden zum Vorschein (s. Photogr. Nr. 5 und 6 der Kultur VI, deren Keime dem Randtheile der Kultur entstammten); die bei 20° C gehaltene Gelatinekultur derselben VI zeigt die Spirillenbildung erst nach 3 Tagen; die höhere Temperatur leistete im ersteren Falle dem Wachsthum Vorschub; aber der Nährboden reichte bei der lebhaften Vermehrung bald nicht entsprechend aus und wirkte, schon nach kurzer Frist erschöpft, hemmend auf weitere Entwicklung; die gleichalterige (16 Stunden alte) Gelatinekultur zeigt nur ganz ausnahmsweise schon Spirillen, meist vielmehr den „typischen", kurzen, leicht geschweiften Einzelvibrio. Es entspricht daher auch die Abbildung Koch's[1]) von junger Gelatinekultur dem Typus der einzelnen Vibrionen.

Die Spirillenbildung ist am ausgesprochensten in älterer (über 100 Stunden alter) Bouillonboden-, Gelatine„tiefen"- und Kartoffelkultur. Auf der Kartoffel pflegt unter dem hemmenden je nach Alter und Art der Kartoffel an Intensität wechselnden Einfluß der Apfel- und sonstiger darin enthaltener Pflanzensäuren bei einer sonst lebensenergischen Kultur die Flexibilität der einzelnen Keime ihren Höhepunkt zu erreichen. Von der Kultur VIII, in ihren sonstigen Eigenschaften, wie wir noch sehen werden, geradezu „Typus" des Choleravibrio, lassen sich auf der Kartoffel gelegentlich vollständige Ringelbildungen (siehe das Photogramm Nr. 4) gewinnen. Auf der anderen Seite halten die pflanzensäurehaltigen Nährböden entschieden das Verfilzen, die Klumpenbildungen der Bakterienmassen hintan und zeigen daher die Kulturen von Kartoffel nicht selten eine allgemeinere und gleichmäßigere Beweglichkeit. Es liegen hierbei wohl ähnliche Verhältnisse vor, wie sie P. Kübler[2]) am Bacillus proigiosus auf säurehaltigem Nährboden dargethan hat: die Säure verzögert oder hindert die Schleimproduktion und vermag dadurch indirekt die freie Beweglichkeit der einzelnen Keime zu fördern.

Bei lange fortgesetzter Züchtung auf künstlichem Nährboden kann die Flexibilität der Vibrionen, immerhin eine dem Choleravibrio charakteristische Eigenschaft, ziemlich schwinden und können schmale, mehr spitzere, als abgestumpfte Formen zum Vorschein kommen. Das Photogramm Nr. 2 von „Shanghai", die ein hohes Generationsalter

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 3.

[2]) P. Kübler, über das Verhalten des Micrococcusprodigiosus in saurer Fleischbrühe. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde Bd. 5 1889. S. 333.

hinter sich hat, versinnbildlicht dieses in drastischer Weise, das Präparat erscheint uns zunächst befremdlich und nur die Plattenkultur sichert die Reinheit und Echtheit des fraglichen Objektes. Bei genauerer Betrachtung finden sich jedoch inmitten der zarten, starren Gebilde noch vereinzelte Formen leicht angedeuteter oder deutlicher Schweifung. Auf die in diesem Bilde recht charakteristische Lagerung der Plasmatheile im Bakterienleib komme ich später zurück. Eine mehrmalige Passage des Thierkörpers giebt regelmäßig auch diesen Kulturen die kürzeren, stumpferen Formen und die gleichmäßige Färbung wieder.

Hinsichtlich der Farbaufnahme treten zahlreiche Verschiedenheiten an den einzelnen Kulturen hervor. Die darauf gerichteten Beobachtungen lassen sich im allgemeinen dahin zusammenfassen, daß jüngere Generationen leichter den Farbstoff aufnehmen als ältere. Die dabei zu beobachtenden Schwankungen in der Farbstoffaufnahme des Plasmas bewegen sich in weitem Spielraum: während die eine Kultur in kurzer Zeit (5 Minuten) gesättigt ist, bedarf es bei der anderen bis zur Erlangung gleicher Farbintensität zuweilen mehrerer Stunden bis einen Tag der Einwirkung der Farblösung, wobei gleiche Kulturanlage und Farbtechnik natürlich vorausgesetzt sind. Das schonendste Verfahren, das auch bei längerer Einwirkung die Struktureinzelheiten nicht verwischt, ist und bleibt die wässrige gesättigte Anilinfuchsinlösung. Alle mit Zusatz stärkerer Alkalien, oder mit Säuren oder Alkohol hergestellten Farblösungen entfernen das Farbbild mehr, als erwünscht, vom Bilde des ungefärbten Präparates. Das Antrocknen des Präparates über der Flamme beeinflußt bei vorsichtiger Ausführung dieses Handgriffs das Bild unwesentlich: die sehr empfindlichen Vibrionen erscheinen etwas zarter und nach allen Dimensionen kleiner. Die Geißelfärbung hat, soweit ausgeführt, Unterschiede der einzelnen Kulturen nicht erkennnen lassen.

Alles in Allem hat sich mir ergeben, daß die morphologischen Bilder der verschiedenen Kulturen recht mannigfaltige sein können, ohne ihre innere Zusammengehörigkeit zu verläugnen. Eine oder nur wenige Untersuchungen werden immer wieder leicht im Stande sein, den Glauben an bedeutungsvolle „Differenzen" zu bestärken. Je zahlreicher aber die Vergleiche ausgeführt werden, um so überraschender wird es sein, wie auch scheinbar „degenerirte" Kulturen das Aussehen „typischer" gelegentlich wieder gewinnen können. Die wegen ihres „atypischen" Formenbildes (s. Photogr. Nr. 2) herausgegriffene „Shanghai" macht hiervon keine Ausnahme. Es wird von Günther mit Recht in seinem Lehrbuche hervorgehoben, daß die „Eigenschaft der Formkonstanz nur für das Stadium der eben abgeschlossenen Theilung gilt und für im übrigen normale, günstige, äußere Verhältnisse." Der letztere Punkt läßt einen weiten Spielraum der Vermuthungen, so lange wir noch regelmäßig nach nicht zu langer Zeit den Choleravibrio außerhalb des Thierkörpers sich verändern sehen, ohne für viele Veränderungen mit Rücksicht auf die „äußeren Verhältnisse" das wann? und warum? beantworten zu können. Für mich unterliegt es keinem Zweifel, daß die Angaben Cunningham's über „relativ beträchtliche Größe" der „Spezies" α, oder „beträchtliche Größe; relativ schlanker, gering gekrümmt" von Spezies γ oder „sehr kurz und dick, oft nicht bikonvex, sondern plankonvex" von Spezies η als „Spezies" charakterisirende Merkmale hinfällig sind, wie auch die Kultur β als „typische Kommas, schön

gekrümmt", ε, ζ und ϑ mit unterscheidenden Kennzeichen hinsichtlich der Formen, von ihm überhaupt nicht hervorgehoben werden. Andererseits wird sich bei zahlreichen Beobachtungen jedem vorurtheilsfreien Untersucher die Ueberzeugung aufdrängen, daß es unmöglich ist, bei den mit raschem Formen-Wechsel auf geringe Veränderungen der Versuchsbedingungen antwortenden Vibrionen überhaupt in wenigen Worten das „typische" Bild derselben zu kennzeichnen, und nur die Zusammenfassung der mikroskopischen Bilder bei Entnahme von den verschiedenen Nährböden vermag sicher vor Irrthümern zu schützen. Die groben Formenunterschiede, die hemmende Zusätze zu den Nährböden an den Bakterien überhaupt hervorzubringen im Stande sind, haben die Arbeiten zahlreicher Autoren (ich nenne nur F. Wasserzug[1]), P. Kübler[2]), Charrin und Guignard[3]) zur Genüge dargethan. Es wird nicht Wunder nehmen, daß der empfindliche Choleravibrio schon geringeren für uns noch nicht immer kontrollirbaren Einflüssen mit Rücksicht auf Veränderungen seiner Gestalt unterliegt.

Ich habe die oben mitgetheilten, im Wesentlichen den Erfahrungen früherer Beobachter sich anschließenden Beobachtungen in möglichster Kürze zusammengedrängt; auch die Prüfungen der neuen ziemlich großen Kulturzahl bestätigten nur bekanntes, ohne irgend welchen Anhalt für eine Trennung der Kulturen nach Speziesverschiedenheiten zu bieten. Ich will nicht unterlassen zu erwähnen, daß meine ablehnenden Schlußfolgerungen das Ergebniß sehr zahlreicher und nach verschiedenen Richtungen angestellter Untersuchungen sind. Vor allem scheint mir nothwendig, die Möglichkeit von Versehen nochmals auszuschließen, namentlich, wo es sich um Mittheilung auffälliger Thatsachen handelt, so besonders derer in der Kultur „Shanghai". Ich habe es selbstredend nicht unterlassen, hier genaue Kontrollen durch Plattenverfahren vorzunehmen.

Hinsichtlich der Färbeverfahren beschränke ich mich in gleichem auf die oben gegebene kurze Notiz, da sie das Schlußergebniß zahlreicher Färbeversuche ist. Es erscheint mir umsomehr überflüssig, auf die Mängel anderer Färbungen hinzuweisen, da man wohl allgemein dem Fuchsin den Vorrang eingeräumt hat.

b) Zur Frage der Arthrosporenbildung.

Das Vorkommen sporenähnlicher Gebilde am Choleravibrio war vom Anfang unsrer Kenntnisse über denselben an Gegenstand höchsten Interesses für den Praktiker und Theoretiker. Ohne die praktischen Konsequenzen in den Bereich meiner Darstellung zu ziehen, wende ich mich ausschließlich experimentellen Beobachtungen zu.

Es sei mir erspart, alle die diesbezüglichen Mittheilungen andrer Autoren, die meist neues nicht gebracht haben, in für den Leser ermüdender Weise aufzuführen; doch ist es unmöglich, zu dieser Frage Stellung zu nehmen, ohne den Standpunkt der zwei gewichtigsten Beobachter dieser Erscheinungen nochmals kurz zu präzisiren.

Koch hat sich, wie wir aus dem Berichte der Konferenz zur Erörterung der

---

[1]) F. Wasserzug, variations de forme chez les bactéries (annales de l'Institut Pasteur 1882 Nr. 2).

[2]) P. Kübler, a. a. O.

[3]) Charrin und Guignard, Sur les variations morphologiques des microbes, Gazette hebdomadaire de méd. et chirurg. 1887 Nr. 50.

Cholerafrage[1]) wissen, von Anfang an klar und bestimmt gegen die Bildung von Sporen oder sporenähnlichen Gebilden entschieden. Ebensowenig als ihm praktische Erwägungen die Annahme von Dauerformen des Choleravirus von vornherein zur Nothwendigkeit machten, vermochte er trotz eifrig darauf gerichteten Studiums einen der Sporenbildung anderer Bakterien verwandten Entwicklungsvorgang aufzufinden. Als nothwendige Forderung stellte er die größere Widerstandsfähigkeit vermeintlicher Sporen gegen schädliche Einflüsse, Trockenheit, Hitze, Chemikalien hin. Natürlich waren auch ihm die Veränderungen in der Kultur an auf künstlichen Nährböden gezüchteten Generationen nicht unbekannt geblieben: die in solchen älteren Kulturen regelmäßig vorkommenden eigenthümlichen Färbungsunterschiede der Bazillen, das Auftreten dunkler gefärbter Punkte an den Enden mit dazwischenliegender hellerer bis ungefärbter Zone des Bazillenleibes, erklärte er so, daß bei den derart beschaffenen Bazillen „wahrscheinlich eine Aufquellung infolge von Wasseraufnahme und Trennung des Plasmas in eine an den Enden des Bacillus befindliche dichtere und intensiver färbbare und in eine weniger konzentrirte in der Mitte liegende Substanz" stattfinde. Er zog zum Vergleich die Bakterien der Kaninchensepticämie an, wo man immer Aehnliches beobachtet. Wegen des regelmäßigen Auftretens dieser Erscheinungen nur in älteren Kulturen verwies er sie zu den Involutionsvorgängen der Cholerabakterien. Bei dieser Wiedergabe seiner Darstellung möchte ich nur noch die Worte Koch's hervorheben „auch mir waren diese eigenthümlich gefärbten Bazillen schon in meinen ersten Kulturen aufgefallen", wobei des Generationsalters bei der erstmaligen Beobachtung dieser Vorgänge nicht Erwähnung geschieht.

Wenige Wochen nach dieser Kundgebung brachten die „Fortschritte der Medizin"[2]) die Mittheilung Hüppes, die zweifellos die einzige der seitdem über diese morphologischen Vorgänge am Choleravibrio erschienenen überhaupt ist, deren in sorgfältig genauer Darstellung niedergelegte Beobachtungen ihr das Recht gleicher Berücksichtigung sicherten. Auch Hüppe wies wie Koch die Auffassung andrer Forscher, die in der hellen Mittelzone eine Sporenbildung oder in den „Polkörnern" Fruktifikationserscheinungen vermuthet hatten, zurück und rechnete diese den Degenerationsformen zu. Auf Grund mühsamer Beobachtungen des Bakterienwachsthums im hängenden Tropfen, bezw. in ähnlicher Weise angebrachten dünnen Gelatine- oder Agarschichten bei 34—37 ° C. gelangte er zu den bekannten Ergebnissen: Bei Erschöpfung des Nährbodens tritt Spirillenbildung als Ausdruck gehemmten Wachsthums auf; „im Verlaufe des Fadens tritt dann auf einer Strecke, welche etwa der Länge eines Einzelkommas entspricht, die Bildung von zwei Kügelchen ein, welche sich deutlich gegen den übrigen Theil des Fadens absetzen." Die Kontinuität des Fadens wird unterbrochen, die Kügelchen verändern ihre Lage zu demselben. Ein zweites Komma verändert sich im Sinne der Gliederung des ersten, sodaß, bis zu 6 Kugeln, als endgiltiger Ausdruck der Umwandlung dreier Kommas, sich an einem Faden beobachten lassen. „Auch die in alten Kulturen neben und zwischen den Kommas und Schrauben beobachteten Kügelchen

---

[1]) S. diesen, zweites Jahr, 1885. S. 7 ff.
[2]) S. diese, 1885. S. 619.

dürften zum Theil wohl hierher gehören." Einmal beobachtete er den gleichen Vorgang an einem einzelnen Komma unter Aufgeben der Beweglichkeit und unter Zunahme des Brechungsvermögens desselben. Diese kugligen Zellen vermehrten sich bestimmt nicht durch Theilung. Anschließend an ähnliche von de Bary an anderen Bakterien[1]) beobachtete Vorgänge faßte Hüppe das beobachtete als Arthrosporenbildung auf. Dreimal gelang es ihm angeblich auch, das Auskeimen von echten Kommas aus den kugligen Gebilden zu verfolgen, so daß ihm ihr Werth als Zwischenglieder des Fortpflanzungsvorganges gesichert erschien. In kurzen Worten fügte er hinzu, daß sie auch gegen das Eintrocknen widerstandsfähiger seien, ohne die Anlage entsprechender Versuche mitzutheilen. Mit dem Zugeständniß, daß neben den Arthrosporen auch andere körnige Gebilde vorkämen, die nicht in die normale Entwickelung gehörten, ohne daß es möglich sei, sie auseinanderzuhalten, blieb eine bedenkliche Lücke im Rahmen seiner Beobachtungen.

Zahlreiche Erörterungen traten bald für, bald wider die obige Hüppe'sche Auffassung auf, bis man darüber wohl allgemein einig wurde, daß den geschilderten Bildungen eine erhöhtere Widerstandsfähigkeit, als den Bazillen selbst sicher nicht innewohne und ihnen daher die Bezeichnung als Sporen nicht zukomme. Ohne daher eigentlich etwas biologisch Bedeutsames auszusprechen, erwähnt man ehrend die Auffassung derselben als Arthrosporen, eine Scheidung, der jedenfalls ein praktischer Werth nicht zukommt.

Wenn man diesen feinen morphologischen Einzelheiten seine Aufmerksamkeit zuwendet, so sind es drei ihrem Charakter und ihrer Bedeutung nach grundverschiedene Veränderungsformen an dem Choleravibrio, welche, abgesehen von den augenfälligen Formenbildern der Spirillenbildung und grober Involutionsformen, die uns nicht weiter beschäftigen sollen, unser Interesse in Anspruch nehmen.

Ich muß vorausschicken, daß die entsprechenden Beobachtungen nur unter Heranziehung aller kulturellen, optischen und farbtechnischen Hilfsmittel zu gewinnen sind. Man darf, wie Hüppe, die zeitraubende Mühe nicht scheuen, den Eintritt der Veränderungen unter dem Mikroskop direkt zu verfolgen, im hängenden Tropfen, oder in dünner, entsprechend auf dem Deckglas ausgebreiteter Schicht eines festen Nährbodens (Agar, Gelatine), bei gewöhnlichen oder veränderten Temperaturbedingungen. Ich hatte für diese und ähnliche Untersuchungen mir eigens eine Heizvorrichtung in Gestalt eines Warmwasserthermostaten konstruirt, in dem das Mikroskop vollständig Aufstellung fand, so daß nur der das Okular fassende Tubustheil aus dem gleichmäßig temperirten Heizraum, allseitig gut abgeschlossen, herausragte.[2]) Man darf weiterhin vor häufiger Wiederholung des Versuches nicht zurückschrecken, um die zahlreichen kleinen Veränderungen unter dem Gesichtswinkel ihrer inneren Zusammengehörigkeit zu sehen und zu verstehen. Endlich ist der ganz gleichmäßigen Zubereitung, dem gleichen Alter und der gleichen Einwirkungsweise auch der anscheinend unkompliciertesten Färbeverfahren,

[1]) de Bary, Vorlesungen über Bakterien, S. 13 u. ff. (bes. für Crenothrix, Beggiatoa).

[2]) In diesem Hefte der „Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte" wird sich noch eine kurze Beschreibung dieses Apparates finden.

wenn man überhaupt die Färbung mit heranzieht, mehr als man von vornherein erwarten sollte, Rechnung zu tragen.

Als souveräner Satz ist an die Spitze zu stellen, daß all' die fraglichen Bildungen erst bei Kultur außerhalb des Thierkörpers zur Beobachtung kommen. In dem Darminhalt der künstlich infizirten Thiere gelingt es nie, jener sporenähnlichen Bildungen habhaft zu werden.

Die erste und eigentlich allein wichtige der 3 oben angedeuteten Bildungsformen ist folgende:

Eine Cholerakultur junger Generation — in meinen Versuchen z. B. die mit „Calcutta 5. Gen." bezeichnete — oder irgend eine andere älterer Generation, aber von neuem mehrmals durch den Thierkörper gegangen, wird unter die anscheinend günstigen Bedingungen des Wachsthums auf gut neutralisirtem Agar-Agar ($1^1/_2$%) bei 37,5 ° C in Form der Strichkultur wachsen gelassen und nach 12—16 Stunden ein kleines Theilchen der parallel des Impfstrichs über die Agarfläche vorgeschobenen jungen Kulturmasse abgehoben, dieses zum Theil in einem Tröpfchen Pepton-Kochsalz-Fleischbrühe, zum Theil ebenso in physiologischer Kochsalz-Lösung bei 37,0 ° C im Heizschränkchen direkt, ein weiterer Theil an das Deckglas angetrocknet, mit einer concentrirten wässrigen bei 60° gelösten, kalten Fuchsinlösung 5 Minuten bis 4 Stunden gefärbt untersucht; hierbei ist es zunächst kaum möglich, auch bei Anwendung hoher Linsensysteme (Kompens. Oc. 12. + Apochromat von 3,0 mm Brennweite) und verschieden abgestufter Beleuchtung an den lebenden Keimen, welche die Flüssigkeit in der charakteristischen „mückenschwarm"ähnlichen Weise lebhaft durchkreuzen, sichere Differenzen im Bau der Einzelindividuen wahrzunehmen. Erst nach längerer Beobachtung gelingt es, am Rande an vereinzelten zur Ruhe gekommenen Kommas, bezw. Stäbchen, Unterschiede im Brechungsvermögen an verschiedenen Theilen des Bakterienleibes zu erkennen. Das vereinzelte Hervortreten solcher Erscheinungen läßt ein Urtheil über die noch lebhaft bewegliche Hauptmenge nicht zu. Dem entgegen bietet das Farbpräparat durchweg Elemente mit einer doppelten oder mehrfachen deutlichen Farbschichtung (Fig. 1. s. auch Phot. Nr. 2 u. 3). Man sieht z. B. in Fig. 1 kurze Gebilde mit je einem unscharfbegrenzten, meist eiförmigen tiefgefärbten Plasmatheil an beiden Enden des Bakterienleibes und zwischen diesem eine in allen ähnlich großen Formen annähernd gleichgroße fast oder vollständig farblose Zwischenzone. Bringt man endlich noch einen kleinen Theil von Kulturmasse derselben Kulturstelle in einer dünnen Agarschicht an das Deckglas und gelingt es, in ihr einzelne Bakterien deutlich zu erkennen, so tritt hier nicht selten eine Scheidung der mehr oder weniger lichtbrechenden Plasmatheile dem Farbbilde entsprechend hervor, so daß nahe den Enden — schwer erkenntlich — Zonen etwas stärkerer Brechung sich anordnen. Wiederholt man ganz dieselben Prozeduren unter ganz denselben Bedingungen zu mehreren Malen, so fügt es sich, daß die Schichtung in stärker lichtbrechende (und sich tiefer färbende) Theile einerseits und in schwächer lichtbrechende (und sich nicht färbende) andererseits nicht mehr zum Vorschein kommt.

Fig. 1. „Calcutta". 16 St. alte Agarkultur; Plasmaschichtung. Vergr.: Zeiß Apochromat 3.0 mm. Oc. 4.

Die Thatsache des erstgenommenen Falles, daß wir allerwärts lebhaft bewegliche, gleichwohl in ihrer Farbaufnahme so charakterisirte Formen sehen, beweist, daß diese Erscheinung der ungleichmäßigen Farbaufnahme in verschiedenen Schichten des Bakterienleibes nicht der Ausdruck einer Degeneration oder Involution im gewöhnlichen Sinne sein kann. Auch die Entwickelungsjugend des Randtheils der 16stündigen Kultur schließt die allen Individuen schon zukommende „Involution" aus.

Es war mir schon aufgefallen, daß in der einen Versuchsreihe das Hervortreten dieser Plasmadifferenzen an ungefärbten und gefärbten Präparaten ein bei den Kulturen von verschiedener Herkunft viel Allgemeineres war, als in einer anderen Versuchsreihe. Die Nährböden waren untereinander von gleicher Alkalescenz und anscheinend, soweit das kontrollirbar, von gleicher Zusammensetzung. Auch hinsichtlich der Farbflüssigkeiten hatte ich mich größter Peinlichkeit in Herstellung, Aufbewahrung und Anwendung befleißigt.

Des Weiteren fiel es auf, daß Kulturtheile von bei 37,5° C verwandtem Kortoffelnährboden diese Veränderungen bei weitem nicht so häufig und gleichmäßig zeigten, als die von anderen künstlich hergestellten Nährböden. Das Ausbleiben aber dieser ebenbezeichneten Merkmale bei sonst ganz gleichen Versuchsbedingungen auf Agar weist des weiteren mit Bestimmtheit auf die Richtung hin, in der die Erklärung der merkwürdigen Erscheinung zu suchen ist: ihr Eintritt ist abhängig von äußeren Einflüssen, die uns so lange noch als zufällige erscheinen müssen, als wir nicht ihre Hervorbringung oder Vermeidung ganz in unserer Hand haben.

Ehe ich jedoch auf die Bedingungen für das Zustandekommen dieser Erscheinungen eingehe, möchte ich die letzteren selbst noch etwas genauer schildern.

Entnimmt man derselben Kultur, deren wir uns oben zur Darstellung von Fig. 1. bedient hatten, die zu prüfenden Randpartikelchen weitere 24 Stunden später, nach 48 oder 72 Stunden, d. h. zu Zeiten, wo in Folge üppigen Wachsthums vielleicht schon eine gewisse Erschöpfung des Nährbodens eingetreten und die Vermehrung der Keime eine trägere geworden ist, so wird das Bild sowohl an ungefärbten, als besonders gefärbten Präparaten wegen der nun nicht mehr regelmäßig erfolgenden Trennung der neu sich bildenden Einzelelemente von einander ein mannichfaltigeres: Statt 2 gewahrt man jetzt häufig 3 solcher durch gering vermehrte Lichtbrechung, bezw. tiefere Färbung ausgezeichneter Punkte inmitten eines Bakterienleibes; sie erscheinen nicht mehr bloß als „Polpunkte", sondern als Theilstücke eines dreigetheilten Plasmainhaltes im Verlaufe des Kommas; und zwar ließ die Kultur „Shanghai" in einer Agarkultur dieses Alters das Verhältniß von mehr lichtbrechenden Plasmatheilen zu weniger lichtbrechenden in 2 verschiedenen in Fig. 2. schematisch wiedergegebenen Bildern erkennen: entweder man sah die dunkleren Theile noch rings von hellem Hof gegen die Bakterienhülle abgehoben (a) oder letztere ohne hellere Zwischentheile der Hülle gleichmäßig anliegen und nur die 3 verschiedenen Plasmaheerde durch zarte scharfbegrenzte helle Zwischenzonen von einander getrennt (c.) ähnlich dem Bilde, wie es — cum grano salis! — die fortlaufende Bacillenkette des Milzbrandes in gröberer Form regelmäßig

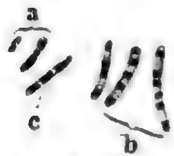


Fig. 2 (schematisch).
„Shanghai". 3 Tage alte Agarkultur. Verschiedenartige Schichtung des Plasmas. Beobachtung in ungefärbten und gefärbten Präparaten.
a) Trennung in zwei Plasmatheile mit Loslösung von der Hüllsubstanz.
c) Trennung in drei Theile mit nur angedeuteter Trennungszone und gleichmäßigem Anliegen des Plasmas an der Hüllsubstanz.
b) Schichtung des Plasmas in 4, 5, 6 Plasmaschichten.
Beobachtung mit Zeiß Apochromat 3 mm. Oc. 12

erkennen läßt.[1]) Statt 3 solcher Plasmaschichten gewahrt man schließlich nicht selten 4, 5 und 6(b). Bei der Anordnung zu viert pflegen die hellen Zwischenräume zwischen den beiden äußeren („Pol“-)punkten einer- und den beiden Mittelpunkten andererseits deutlich größer zu sein, als der Raum zwischen den letzteren beiden allein. Bei der 6-Zahl solcher Punkte kehrt dasselbe Verhältniß in entsprechender Weise wieder: zwischen Punkt 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 sind die plasmaärmeren bezw. plasmafreien Zwischenräume deutlich und gleichmäßig größer, als zwischen 2 und 3, 4 und 5. Die beigegebene Abbildung (Figur 2) möge das anschaulicher machen. Es läßt sich sonach sichtlich die Zusammensetzung der längeren Wuchsform aus 2 bezw. 3 Einzelelementen auch an der differenten Schichtung des Plasmas nachweisen.

An diesen „gekörnten“ oder „geschichteten“ Wuchsformen läßt sich schließlich eine definitive Trennung solcher 4- oder 6-geschichteten Formen in 2 bezw. 3 2-geschichtete verfolgen; auch findet man zuweilen an ihrer Stelle einen Zerfall in getrennte nicht mehr geformte, wenigstens mir nicht mehr als geformt erkennbar gewesene Plasmapartikelchen. Einen so gesetzmäßigen Vorgang der Bildung wohlgeformter Kügelchen (Arthrosporen), wie ihn Hüppe schildert, ist mir zu verfolgen nicht gelungen.

Ebenso wenig vermochte ich in der Doppelschichtung des Plasmas das Wesen von Theilungsvorgängen festzustellen. Ich habe die Lösung in 2 Zellelemente verfolgen können, auch ohne daß eine solche Verschiebung von Plasmatheilen gegenüber der Hüllsubstanz erfolgt wäre, und ich habe andererseits zwei- und dreigeschichtete Formen in unregelmäßig gestaltete Plasmafetzen sich auflösen sehen, ohne daß es an dieser Stelle zur Neubildung von Vibrionen gekommen wäre. Die noch zu Stande kommende Dreitheilung eines 6-geschichteten Fadens sicherte auf der anderen Seite die noch vorhandene Lebensfähigkeit solcher Gebilde. Letzteres mit der schon hervorgehobenen Thatsache zusammengenommen, daß Präparate von der jugendlichen Randzone einer Kultur fast durchweg solche geschichtete Elemente zeigten, schließt ihre Deutung als Degenerationsformen aus.

Alle mir zur Verfügung gestandenen Kulturen zeigten gelegentlich die eben beschriebenen Strukturverhältnisse. Die dadurch bedingte Veränderung des mikroskopischen Bildes kann so überraschend sein, daß sie nicht selten geradezu den Verdacht einer Verunreinigung erweckt. So brachte mich einmal eine 24 Stunden alte bei 37,5° C gezüchtete Agarkultur von „Malta“ in die Versuchung, das Gesehene für eine Täuschung durch Verunreinigung zu halten, indem mehrere Präparate der Kultur Formen aufwiesen, die geradezu das Aussehen von Diplococcen hatten. Die Prüfung durch die Plattenkultur bestätigte jedoch Reinheit und Echtheit der untersuchten Kultur.

Hüppe beschränkt den Eintritt der von ihm im Sinne der Arthrosporenbildung gedeuteten Entwickelungsvorgänge auf das Vorhandensein höherer, der Entwickelung

[1]) Leider habe ich mich bei der Wiedergabe dieser Beobachtungen in den Figuren 1—15 auf selbstangefertigte Zeichnungen beschränken müssen; es gelingt zur Zeit noch nicht oder äußerst schwer diese Bilder photographisch zu fixiren, da die Struktur- oder Farbdifferenzen des Präparates für die Wirkung des Lichtes auf unsere Platten zu geringe sind. Das Photogramm Nr. 3 auf Tafel V. zeigt den Versuch dazu. Die Zeichnungen sind, bis auf die schematische Fig. 12, mit möglichster Treue den gesehenen Eindrücken entsprechend entworfen. Die Holzschnitte geben allerdings auch Theile der Figuren 7 und 8 nur in sehr schematischer Weise wieder (vef. e in Fig. 7, b, c, und d in Fig. 8).

günstigerer Temperaturen. Im Gegensatz dazu lassen sich die von mir geschilderten Erscheinungen auch bei 20 ° C. beobachten, nur viel schwieriger und weniger durchsichtig, wegen der arg verzögerten Wachsthumsgeschwindigkeit. Vorgänge, die nur auf die Voraussetzung günstigerer Temperatur zu beschränken gewesen wären, vermochte ich nicht abzugrenzen.

Eintritt oder Ausfall der bezeichneten Erscheinungen — soviel sicherte die direkte Beobachtung der lebenden Keime — standen nicht in Abhängigkeit von den Farbagentien, unter deren Anwendung sie allerdings häufig schärfer zum Ausdruck kamen.

Vielmehr wies mich folgende Erfahrung darauf hin, daß, man möchte sagen, reine Zufälligkeiten sie zu verursachen scheinen: je älter die von mir verwandten Nährböden waren, je wasserärmer und in Bezug auf ihre festen Komponenten je konzentrirter sie waren, um so häufiger pflegte ceteris paribus in den Vergleichsversuchen, die ich noch eingehender fortzusetzen gedenke, das Bild der geschilderten Erscheinungen einzutreten.

Die vor nicht langer Zeit erst veröffentlichte Arbeit A. Fischer's[1]) über die Plasmolyse der Bakterien scheint mir jedoch schon im Stande zu sein, einiges Licht über den Eintritt der fraglichen Bildungen verbreiten zu können. Dem genannten Forscher gelang es bei vielen Bakterien, schon mit Hilfe einer ³/₄—1prozentigen, noch energischer mit einer 5prozentigen Kochsalzlösung die Plasmolyse, d. h. die Abhebung des Plasmas von der Zellwand und Kontraktion desselben nach der Mittte des Bakterienleibes, in die Erscheinung treten zu lassen. Seine Versuche zeigen jedenfalls, daß die Kochsalzlösung, als ein energisch wasserentziehendes Medium, den Vorgang der Plasmolyse hervorzubringen geeignet ist. Ich stehe nicht an, schon jetzt, in Anlehnung an diese Untersuchungen und eigne Beobachtungen die dargestellten Vorgänge in ähnlichem Sinne zu deuten. Der biologische Werth der Plasmaschichtung an der Zelle des Choleravibrio ist sonach ein geringer: sie ist nicht der Ausdruck einer besonderen Entwickelungsphase: Arthrosporenbildung, oder ein nothwendiger Vorgang im Beginne der Theilung, noch auch ist sie als Degenerationsanzeichen einer Kultur als solches aufzufassen. Die Thatsache der vollen Bewegungs- und guten, raschen Fortentwickelungsfähigkeit „granulirter Kulturen", sowie ihre unveränderte Virulenz zur Hervorbringung des Cholerakrankheitsbildes im Meerschweinchenversuch, wovon ich mich zu wiederholten Malen überzeugte, läßt letztere Deutung nicht zu. Ebensowenig hat man in dem gedachten Vorgange eine „Anpassungs"erscheinung an künstliche Nährboden zu erblicken; dies verbietet die Thatsache, daß der Eintritt der Plasmaschichtung keineswegs auf demselben Nährboden ein regelmäßiger, sondern bei anscheinend gleichen Versuchsbedingungen ein schwankender ist. Die Schichtung kommt, wenn überhaupt, in den einzelnen Kulturen desselben Nährbodens, ungleich häufig zum Vorschein, zuweilen vereinzelt, nicht selten fast alle Keime der sichtbaren Veränderung unterwerfend.

Es scheint die Annahme gerechtfertigt, daß man es in den geschilderten Zuständen der Plasmaschichtung bei dem gegen chemische und physikalische Einflüsse ziemlich

[1]) A. Fischer, Die Plasmolyse der Bakterien. Berichte der Königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem. physik. Klasse. Sitzung vom 2. März 1891.

empfindlichen Choleravibrio mit einem der Plasmolyse verwandten oder gleichwerthigen Vorgang zu thun hat, der unter dem Einfluß sowohl der in den verschiedenen gebräuchlichen Nährböden (Fleischwasser, Gelatine, Agar) enthaltenen Salze oder zahlreicher anderer chemischer oder physikalischer Faktoren zu Stande kommen kann. Es erfolgt dabei eine Trennung des Zellplasmas nach den Enden des Bakterienleibes zu; die getrennten Plasmatheile sind bei Betrachtung mit hohen Linsensystemen selten scharf umschrieben, aber durch stärkere Lichtbrechung als der Zellrest ausgezeichnet; das Plasma zerreißt rascher unter sich und läßt eine Lücke inmitten des Bakterienleibes zurück, ehe es von der Hüllsubstanz sich lostrennt; namentlich an den beiden Enden des Zellleibes scheint (ob infolge des innigeren Zusammenhangs mit der Hüllsubstanz?) die Plasmamasse fester an den Rindentheilen der Bakterienzelle zu haften.

Es wird sich daraus die praktische Forderung ergeben, der jeweiligen Zusammensetzung unserer Nährböden ein noch größeres Interesse zu schenken, als es bisher gemeinhin geschehen ist. Sowohl die genaue Titrirung derselben, wie sie Behring fordert, als umsichtigste Berücksichtigung der übrigen sie zusammensetzenden Theile werden beim Studium morphologischer Vorgänge an den Bakterien nothwendige Vorbedingungen sein müssen.

Dinge, die ein wesentlicher Bestandtheil des Prüfungsmaterials im mikroskopischen Bilde zu sein pflegen, sind außerdem noch folgende. Man findet nicht selten in Vibrionen knollige Anhäufungen des Plasmas an einer beliebigen Stelle des Zellleibes; der Plasma-ärmere oder -freie Theil desselben erscheint gestreckt, oder ausgezogen, nicht selten zugespitzt; das Auftreten dieser Bildungen ist in älteren Kulturen häufiger; sie ermangeln im hängenden Tropfen jeglicher Bewegung. Zuweilen scheint ihnen ein Theil des plasmaarmen Zelltheiles verlustig zu gehen; sie bieten dann das Bild eines abgebrochenen Zellstumpfes, oder der bei langer Beobachtung sich als ganz ungleichmäßig groß darstellende Plasmahaufen umgiebt sich mit einem Hofe zarter unregelmäßig zerfetzter Hüllsubstanz entweder allseitig oder nimmt in ihm eine seitlich verschobene Lage ein; wir treten mit diesen Bildungen in die wechselvolle Gruppe der Involutions-, Degenerations-, Zerfallsformen des Choleravibrio ein. Es ist unschwer, den weiteren Zerfall dieser Bildungen zu verfolgen. Neben ihnen pflegen die isolirten, nicht selten von einem zarten Hof umgebenen Plasmakügelchen das mikroskopische Bild älterer, zuweilen auch schon ziemlich junger Kulturen zu beherrschen. Sie lassen sich sicher in Kulturen höherer Generation rascher und massenhafter beobachten. Die ihrem Generationsalter nach mir nicht bekannte, aber ziemlich alte „Shanghai“ ließ schon bei 24stündiger, bei 37,5 ° C gewachsener Agarkultur, die Zahl der Kügelchen die der bazillären Formen weit überflügeln, während in einer, nach Gang durch's Thier, zweiten Generation derselben Kultur „Shanghai“ auf demselben Agarboden die „Kügelchen“ so gut wie ganz fehlten. Sie kommen auf allen Nährböden zu Gesicht, sehr rasch und regelmäßig auf dem Boden der Bouillon- und nach kurzer Zeit auf der Kartoffelkultur.

Es war ihrer oben schon bei Schilderung der Plasmaschichtung als eines gelegentlichen Ausganges derselben gedacht worden. Sie hatten sich als Bildungen ungleicher Größe und ungleicher Form gezeigt; bald erscheinen sie gleichmäßig rund, bald länglich

oval, nicht selten unregelmäßig begrenzt. Einen Unterschied ihres Werthes für die Kultur konnte ich weder bei der einen oder anderen Form derselben nachweisen. Nie ist mir, weder im Anschluß an den Vorgang eines Vibrionenzerfalls in die Kügelchen, noch auch an den schon isolirt sich vorfindenden Kügelchen, die Beobachtung einer Auskeimung zu neuen Vibrionen gelungen. Es ist gewiß, daß sie unter den Augen des Beobachters nach verschieden langer Zeit an Brechungsvermögen verlieren; eine Streckung der fraglichen Gebilde jedoch zu neuen Vibrionen blieb regelmäßig aus, obgleich die Beobachtungszeit oft über mehrere Stunden ausgedehnt, das Beobachtungsobjekt nachher noch in vollentwicklungsfähigem Zustande sich erwies; das Gelingen der daraus angelegten Plattenkultur legte hiervon sicheres Zeugniß ab.

Ohne auf Versuche über die Widerstandsfähigkeit der in Frage stehenden Gebilde mich einzulassen, die bei Kitasato[1]), Berckholtz[2]) und Anderen gegen den Sporencharakter der Kügelchen ausfielen und sie eines entsprechenden Werthes entkleideten, rechtfertigen meine Beobachtungen auch keine Deutung derselben im Hüppe'schen Sinne als Sporen anderer biologischer Werthigkeit; was ich an ihnen habe sehen können, nöthigt vielmehr dazu, sie als Zerfallstheile des Zellplasmas aufzufassen.

Es erübrigt noch, einer dritten Form von häufig zur Beobachtung gelangenden und gelegentlich vielleicht zu Mißdeutung Anlaß gebenden Veränderungen am Choleravibrio zu gedenken, die allerdings auch in den Bereich der Involutions- bezw. Zelldegenerationsformen gehören. Immerhin ist es nothwendig, auch über ihre Natur sich Aufklärung zu verschaffen.

Fig. 3.
„Calcutta". 4 Tage alte Kartoffelkultur. Vakuolenbildung. (Zeiß J 1/16 + Ocular 2).

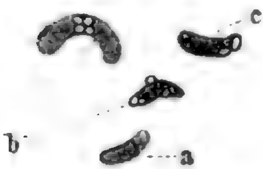


Fig. 4.
Dasselbe Präparat, wie in Fig. 3, bei Vergr.: Zeiß. Apochrom. 3 mm + Ocular 12.
Sehr kleine Vakuolen in anscheinend noch wohlerhaltenen Bakterienleibern bei:
a eine, c 2 an dem einen Pol sich bildende, bei
b je 4 central, oder an der Hüllsubstanz anliegende Vakuolen.

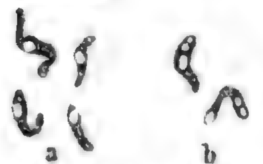


Fig. 5.
Dasselbe Präparat, wie Fig. 3, bei Vergr. wie Fig. 4.
Größere Vakuolen in zum Theil schon der Gestalt nach veränderten Vibrionen.
bei a je eine,
„ b je 3 verschieden große Vakuolen in je einem Bakterienleib.

Wenn man, — der Eintritt der Erscheinung ist kein regelmäßiger, doch bei allen Kulturen zu beobachtender — eine 2—4 Tage alte, noch besser ältere, auf Kartoffel bei 37,5° gewachsene Kultur der mikroskopischen Prüfung in ungefärbtem und gefärbtem Präparate unterzieht, so zeigt eine große Anzahl Vibrionen scharf umschriebene, verschieden große, durch ihren hellen Glanz auffallende Körperchen, bezw. Stellen. Dieselben sind unregelmäßig, bald da, bald dort im Verlaufe des Bakterienleibes eingelagert, meist nur eines, zuweilen zwei, auch drei und vier in jeder Zelle; getrennt oder, was seltener ist, eng bei einander gelagert. (Figur 3—5 werden geeignet sein, ohne weitere erklärende Zusätze dies zu veranschaulichen.) Sie erscheinen als feinste „Lichtpunkte", oder durchsetzen das Bakterium in ganzer Breite, oder treiben das Plasma und die Hüllmembran mehr weniger weit auseinander. Zur Beobachtung kommen sie wie erwähnt rasch und zahlreich bei Kultur des Choleravibrio auf der Kartoffel oder anderen keiner weiteren Präparation, als der Sterilisirung unterzogenen Früchten, nicht selten jedoch auch bei jedweder anderen Kulturmethode außer-

[1]) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 5. 1888. S. 134 und ebenda Bd. 6 1889. S. 11.
[2]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 5. 1888.

halb des Thierkörpers, die dem Wachsthum nicht sehr förderlich ist, z. B., wie von Neißer[1]) angegeben, in bei Kälte gehaltenen Agarkulturen. Es sind dies, wovon man sich durch verschieden hohe Einstellung, durch ihre Lagerung, ungleiche Größe, Mangel aller Widerstandsfähigkeit, leicht überzeugen kann, Vakuolen, deren Inhalt einen von unseren Untersuchungsflüssigkeiten verschiedenen Brechungsexponenten hat und die sich daher deutlich als hellglänzende Punkte darstellen. Sie treten weit zahlreicher in Kulturen höherer Generation auf, nehmen mit zunehmendem Alter der Kultur oft beträchtlich an Umfang zu und können dann ebenfalls, in Verbindung mit Verzerrungen des Zellplasmas zu überraschend mißgestalteten Involutionsformen führen.

Anschließend möchte ich noch erwähnen, daß die im vorigen Jahre veröffentlichten Beobachtungen Dowdeswell's[2]) über am Choleravibrio beobachtete Entwicklungsvorgänge, wohl kaum ernst zu nehmen sind. Der betreffende Forscher sammelte seine Erfahrungen an Bouillonkulturen, die bekanntlich die merkwürdigsten Involutions- und Mißformen bei Spirillen und Spirillen-, oder Vibrionen-ähnlichen Bakterien zeigen. Er sah in zwei verschiedenen Cyklen entweder von Birn- und Flaschenformen, mit Neigung zu „Pseudopodien"bildungen, als „Sporangien" oder von „Amöben"-ähnlichen Körpern die „Sporen"bildung ausgehen, oder es bildeten sich „filamentöse Massen" von verschiedener Größe, die sich zum Theil in Sporen und Kugelkörperchen auflösten. Zufälligerweise befindet sich die Kultur, die ihm zum Ausgangspunkte seiner Beobachtung diente, durch Herrn Dr. E. Kleins Güte als Kultur IX in meinem Besitz und weicht dieselbe durch keine wesentlichen Merkmale von einer typischen Cholerakultur ab.

Das Wachsthum auf Gelatine.

a) Die Stichkultur.

Die Vermuthung Hüppe's[3]), „daß man sicher schon wegen des Fehlens der Koch'schen Trichter — an den Gelatinestichkulturen — manche Cholerabakterien bei diagnostischen Prüfungen der Choleradejektionen übersehen hat", hat bekanntlich eine thatsächliche Bestätigung noch nicht gefunden, d. h. wir kennen noch keine Cholerabakterien, die, aus Choleradejektionen gewonnen, dieser Eigenschaft entkleidet gewesen wären. Es mag dahinstehen, wie oft das Augenmerk seitens der Beobachter auf diese Eventualität in Choleraherden gerichtet gewesen ist. Jedenfalls zeigte sich die eine nicht verflüssigende indische Kultur IV (d) (s. das darüber oben gesagte) aller wichtigen Eigenschaften des Choleravibrio überhaupt baar und konnte sonach hierfür nicht in Frage kommen.

Hüppe's Annahme stützte sich auf Versuche Wood's[4]), die Hüppe's eigner

[1]) Neißer, Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 4. 1888.
[2]) Dowdeswell, Morphology of the cholera comma bacillus, the Lancet 1890, S. 142.
[3]) Hüppe, zur Aetiologie d. Chol. asiat. Prager medicin. Wochenschrift. 1889. Nr. 12.
[4]) Wood, Enzyme action in lower organisms, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XVII, S. 27 und Reports from the laboratory of the Royal College of Physicians. Edinburgh, 1890, S. 275. Leider war mir nur das Referat im Zentralblatt f. Bakt. und Parasitenkunde Bd. VIII, S. 266 zugänglich.

Initiative entstammten. Wood hatte hiernach das Peptonisirungsvermögen der Cholerabakterien durch Sauerstoffabschluß aufzuheben, sowie durch Karbolsäurezusätze zu den Nährböden „Varietäten" heranzuziehen vermocht, welche die Gelatine nicht mehr verflüssigten. Es war ihm angeblich auch weiter gelungen, Kulturen zu gewinnen, welche die Gelatine nach Art der Finkler-Prior'schen Kommabazillen schnell und letzteren ähnlich verflüssigten, Eigenschaften, die sich bei Weiterimpfung der Kulturen erhalten und nach Belieben beeinflussen ließen. Kontrolversuche anderer Beobachter sind mir nicht bekannt und ich selbst habe mich bis jetzt noch nicht von der Möglichkeit überzeugen können, solche in dem Verflüssigungsvermögen dauernd veränderte „Varietäten" durch eigene Experimente zu gewinnen, wobei ich allerdings meine noch geringe Erfahrung über derartige Versuche einräumen muß.

Es leuchtet ein, daß nach den Wood'schen Ergebnissen der diagnostische Werth der Gelatineverflüssigung durch die Cholerabakterien in Frage gestellt wäre. Denn es würde die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen sein, daß auch außerhalb des Experiments natürliche Bedingungen vorkommen könnten, zufolge deren der Choleravibrio diese bedeutsame Eigenschaft einbüßte.

Auf Grund meiner vergleichenden Untersuchungen der verhältnißmäßig großen Zahl von Kulturen, die selbst den verschiedensten Bedingungen bis zum Eintritt in meine Versuche ausgesetzt waren, bin ich jedoch zu der Ueberzeugung gelangt, daß gerade dem Verflüssigungsvermögen des Choleravibrio, nach Art und Umfang im Sinne der ersten Koch'schen Angaben, eine hervorragende diagnostische Bedeutung zukommt und vor der Hand gesichert bleiben muß.

Ich will nicht unerwähnt lassen, daß ich neben sämmtlichen oben aufgeführten Kulturen hier alle mir zugänglichen verflüssigenden Vibrionen in den Bereich meiner Versuche zog: Vibrio Metschnikoff, Vibrio Proteus (Finkler-Prior'scher Kommabazillus der Cholera nostras), Deneke's Käsespirillum, Miller's krummer Bazillus.

Es scheint mir besonders angebracht, mit einigen Einzelheiten bei diesem Abschnitte zu verweilen, da gerade die indischen Kulturen I—VIII auf dem internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie zu London, im August dieses Jahres, in den verschiedenen Wachsthumsphasen auf Gelatine in Kultur und Abbildung, mit ganz besonderer Betonung des Verflüssigungsunterschiedes und der darauf gestützten Begründung eines inneren Artunterschiedes der einzelnen Kulturen, zur Ausstellung gelangten. In der diesbezüglichen Debatte[1]) der bakteriologischen Sektion des Kongresses sprach Klein die Vermuthung aus, daß gewisse „conditions of the intestine" die Produktion einer großen Menge verschiedener Organismen begünstigen möchten — wozu er auch den Koch'schen Vibrio rechnet —, die mit der Cholera nicht in ursächlichem Zusammenhange ständen. Gruber ließ die vorgeführten Unterschiede nicht als trennende gelten, führte dieselben vielmehr auf den Wechsel der Kulturbedingungen zurück, dem die einzelnen Kulturen unterlegen haben möchten, indem er besonders die Möglichkeit der Umwandlung langsam verflüssigender Kulturen in rascher verflüssigende durch Inoculation auf „media of a high order" hervorhob. Auch

[1]) The Lancet. Kongreßnummer, August 1891.

Hüppe wies die Berechtigung zurück, auf solche Differenzen hin die Trennung in neue Arten zu gründen.[1])

Der Güte meines verehrten Freundes Dr. Bousfield in London verdanke ich Abzüge der der Kongreßversammlung vorgeführten, von ihm selbst gefertigten Photogramme. Sie zeigen die Kulturen im Alter von 9, 13 und 18 Tagen. Gerade mit Rücksicht auf diese in London gegebene Demonstration habe ich mich desgleichen der Mühe unterzogen, in Photogrammen das Aussehen der betreffenden Kulturen wiederzugeben, wodurch weitläufige Beschreibungen erspart sind (s. Tafel VI). Ich werde hierauf weiter unten zurückzukommen haben.

Man vermag sich bekanntlich leicht davon zu überzeugen, daß das Wachsthum des Choleravibrio auf dem nicht zu eiweißreichen Gelatine- und Agar-Agar-Nährboden bei Sauerstoffabschluß fast aufgehoben ist, dementsprechend eine Verflüssigung des gelegentlichen Gelatine-Nährbodens nicht statt hat. Gleichwohl ist es mir nicht gelungen, auf diesem Wege die darin enthaltenen Kulturtheile so zu beeinflussen, daß nicht danach wieder Cholerakulturen von dem vormaligen Verflüssigungsgrade daraus zu erzielen gewesen wären. Ich erwähne dies nur beiläufig, da ich, wie schon angedeutet, weitere Versuche nach dieser Richtung nicht angestellt habe.

Es bedarf weiterhin kaum einer Bemerkung, daß Abstiche von alten Kulturen — Kultur- und Generationsalter in ihrer Bedeutung scharf auseinander zu halten! — in der Entfaltung der charakteristischen Kulturmerkmale in der Gelatinestichkultur zurückbleiben, daß sie um vieles verlangsamter überhaupt sich entwickeln und dann nur ein krüppelhaftes Bild des Wachsthums gewähren. Die sonst sehr lebensenergische und charakteristische Kultur „Kalkutta" vermag z. B. bei Abstich von einer 5 Monate alten Agar-Agarkultur sich im Gelatinestich kaum zu entfalten, während gleichzeitig der Abstich von einer 4 Wochen alten Kultur das typische Bild bietet. Es sind das Entwicklungshemmungen, die sich zwanglos genug aus tiefgreifender Schädigung der normalen Lebensenergie durch die ungünstigen Bedingungen der Kultur und durch infolge dessen nur noch dürftiges Vorhandensein überhaupt lebensfähiger und daneben geschwächter Elemente erklären lassen. Solche Erscheinungen bedürfen keiner weiteren Erörterung; denn gelingt es noch einmal die lebenserschöpfte Kultur durch Darbieten günstigster Bedingungen (eiweißhaltigen Nährboden und Körpertemperatur) zu neuem Leben anzufachen, so hat sie mit ihm die wichtigsten und charakteristischen alten Lebenserscheinungen meist zurückgewonnen.

Wichtiger ist die Thatsache, daß fortgesetzte jahrelange Kultur auf künstlichem Nährboden (Malta) das Vermögen der Fermentbildung endgiltig, wenn auch viel geringer, als man von vornherein erwarten möchte, zu beschränken vermag; daß nunmehr

---

[1]) Während die vorliegende Arbeit sich bereits im Druck befand, erschien Hüppes Referat für den Londoner Congreß vollständig in Nr. 53 der „Deutschen medic. Wochenschrift" (1891). Auf Grund eigener, früher gemachter Erfahrungen führt darin Hüppe das Zustandekommen der Cunningham-schen Spezies auf Ernährungsmodificationen einer Spezies zurück; Hüppe hat das Glück gehabt, „thatsächlich sämmtliche Wuchsformen der C'schen Spezies bereits bei Ausgang von einem Keime einer Spezies gesehen" zu haben. Die C'schen Kulturen selbst scheint er gleichwohl nicht alle unter den Händen gehabt zu haben. Eine auf eigene Kontrollprüfungen gestützte ist sonach die sonst voll zutreffende Abwehr Hüppes nicht.

diese Kultur auch bei bester Pflege über ein verringertes Maß von Verflüssigung nicht wieder hinaus kommt.

Als eine sprechende Illustration dieser Erscheinung mag daran erinnert werden, daß Koch[1]) im Anschluß an seine Erfahrungen angab, daß „nach ungefähr einer Woche der gesammte Inhalt des Gläschen flüssig geworden ist“, eine Geschwindigkeit in der Fermententwicklung, wie sie keine meiner Kulturen in den verschiedenen, zahlreichen Vergleichsreihen gezeigt hat. Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, daß ich mich für diese Beurtheilung streng an die alten Vorschriften für die Nährboden- und Temperaturbedingungen[2]) gehalten habe, daß ich 10 pCt. Gelatine, ganz schwach alkalisch gemacht, bei Zimmertemperatur oder auch mehrere Reihen im Thermostaten bei 20° gehalten habe, und die Menge der Gelatine sowohl, als die Art der Uebertragung des Kulturmaterials, soweit das überhaupt in der Hand des Untersuchers gelegen, die gleichen waren. Schon ein Blick auf die dem Gaffky'schen Berichte der Cholerakommission beigefügten Abbildungen und die neueren in Günther's[3]) Lehrbuch gegebenen zeigt einen beträchtlichen Unterschied an Umfang der Verflüssigung von Cholerakulturen, an gleichen Tagen des Kulturalters, obgleich sich beide der 10 pCt.-Gelatine als Nährboden bedient haben.

Sehen wir zunächst einmal von den bekannten Veränderungen im Aussehen einer Stichkultur ab, die Kulturunterschiede (verschiedene Alkalescenz und Konzentration des Nährbodens, Temperaturschwankungen) bedingen, so verbieten doch zahlreiche Vergleiche von unter gleichen Voraussetzungen vorgenommenen Kulturanlagen derselben Stammkultur die sklavische Anlehnung an eine schematische Skala von Verflüssigungsgeschwindigkeit und -Langsamkeit. Denn es liegt auf der Hand, daß nicht bei jeder Uebertragung, so sehr man auch auf Gleichmäßigkeit bei der Ausführung der Handgriffe bedacht sein mag, eine gleiche Menge von Keimen übertragen wird, daß schon mit dieser regelmäßig wiederkehrenden Verschiedenheit entsprechende Unterschiede beim Kulturausfall hervortreten werden. Es ist daher auf kleine Differenzen in der Verflüssigungsgeschwindigkeit kein Gewicht zu legen; erst das auf wiederholte Vergleiche sich stützende Durchschnittsmaß bestimmt den der betreffenden Kultur noch innewohnenden Verflüssigungskoeffizienten.[4])

---

[1]) a. a. O.

[2]) von Koch, Gaffky und späteren wird für das Wachsthum auf Gelatine nur „Zimmertemperatur“ benutzt. Für diagnostische Arbeiten ist sie die einzige, allein und immer zur Verfügung stehende, für vergleichende Untersuchungen bewegt sie sich, nach der Jahreszeit, in zu großen Schwankungen, z. B. in meinem Laboratorium in der kälteren Jahreszeit in Schwankungen um 10°, weitaus während des größten Theiles des Jahres waren alltäglich, zum mindesten in den Nachtstunden, Temperaturen um mehrere Grad unter 16° im Laboratorium vorhanden, unterhalb welcher Grenze ja ein Wachsthum des Choreravibrio auf Gelatine schon überhaupt kaum noch beobachtet wird. Im Sommer hingegen möchte man zuweilen vor Verflüssigungstemperaturen der Gelatine auf der Hut sein (26°), die in dem höheren Theil des Zimmers nicht selten erreicht werden. Für genauere Vergleiche ist daher der Thermostat, im Sommer mit Kühlvorrichtung, unumgänglich nothwendig.

[3]) C. Günther, Einführung in das Stadium der Bakteriologie, 2. Aufl., Leipzig 1891.

[4]) In der Ausbeutung der durch die Technik geschaffenen Ungleichheiten für den Ausfall des Versuchs kann man natürlich auch zu weit gehen, wie die seinerzeitigen Fehlschlüsse Finkler's (Protokoll der allgemeinen Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, deutsche mediz. Wochenschr. 1884, S. 788) bewiesen haben.

Vielmehr hat sich die Aufmerksamkeit besonders auf das zu richten, was als eine in allen Beobachtungen der Cholerastichkultur sich gleichbleibende Erscheinung zu betrachten ist: das ist der allgemeine Typus nach Art des Wachsthums und der Verflüssigung (besonders Beschränkung der letzteren) während der ersten Tage der Kultur: „der untere Abschnitt des Impfstichs bleibt tagelang dünn und sieht aus, wie ein weißlicher Faden" oder „die mittleren Theile des Impfstichs erscheinen als ein fast leerer, glänzender Faden in der Gelatine, „„wie ein ausgeblasenes Kapillarröhrchen"" (Koch)[1]). Das sind die charakteristischen, wesentlichen Punkte! Sie geben bei der Kritik fraglicher Kulturen von Anfang an mit die sicherste Führung. Denn wir kennen keinen Vibrio, der hierin mit dem Koch'schen übereinstimmte, was sogleich Beispiele meiner Vergleiche nochmals ausführlicher begründen sollen.

Es ist zu bedauern, daß die beigegebene Tafel nicht scharf genug die kleinen Unterschiede erkennen läßt, von deren Vorhandensein man sich an den Kulturen selbst unschwer überzeugt.

Sämmtliche der von mir verglichenen Cholerakulturen, ausschließlich der nicht als Cholerakultur in Frage kommenden indischen IV (δ), zeigen noch am 4. Tage nach Anlage der Kulturen den längs des Impfstichs entwickelten trockenen Faden, höchstens bis an die Grenze seines oberen Drittels ist die Verflüssigung angedeutet, bezw. Luft in den Krater verdunsteter Gelatine eingedrungen. Vibrio Metschnikoff, bei dem schon nach 48 Stunden ein Verflüssigungstrichter bis über die Mitte in die Tiefe hinab verfolgbar und der schon damals von getrübter Gelatine erfüllt war, zeigt sich jetzt bereits (nach 4 Tagen) in ganzer Ausdehnung in einen Verflüssigungskegel umgewandelt; vom Finkler-Prior'schen Bazillus (Vibrio Proteus), ganz zu schweigen. (Beiläufig sei bemerkt, daß die nunmehr durch viele Jahre immer auf künstlichem Nährboden erhaltene Kultur des letzteren, wenngleich sie sich noch durch Art und Geschwindigkeit des Wachsthums deutlich kenntlich macht, doch als eine typische ihrer Art nicht mehr anzusehen ist; sie bleibt hinter den früheren Beobachtungen ihrer Verflüssigungsform nach Geschwindigkeit und Umfang beträchtlich zurück.) Auch noch am 6. Tage behaupten die Cholerakulturen die bezeichneten Merkmale. „Kalkutta", I, VI und VII haben oben etwas breitere Kegel angesetzt als die übrigen, aber der Kulturfaden ist im übrigen trocken oder einer ausgeblasenen Kapillare vergleichbar (VII) hat sich ein klarer Verflüssigungsfaden längs des Impfstrichs gebildet, dessen Lichte theilweise von groben Kulturbrocken und -bröckchen verlegt wird. Auch am 9. Tage vermögen wir noch nicht wesentliche Unterschiede der Cholerakulturen zu erkennen; sie sind jedenfalls nicht handgreiflicher, als sie zwischen den beiden Kulturanlagen derselben Ausgangskultur (Shanghai) in „Shanghai A. E." und „Shanghai H." hervortreten. Der noch deutlich vorhandene Unterschied aller: grobe Bröckeln in klarer verflüssigter Gelatine, gegenüber dem Vibrio Metschnikoff, welcher durchweg gleichmäßig getrübt ist, kommt im Bild nicht charakteristisch genug zum Ausdruck. (Aufnahmen einer früheren beschränkteren Vergleichsreihe veranschaulichen die augenfälligen Unterschiede der Cholerakulturen gegen den Vibrio Metschnikoff noch schärfer, als es das beigegebene Photo-

[1]) a. a. O.

gramm thut. Doch lag mir gerade daran, nur Aufnahmen von Kulturen wiederzugeben, die zusammen auf Gelatine gemeinschaftlicher Herstellung, als Kulturen einer Reihe entwickelt waren. Auch die Verflüssigung des Vibrio Proteus pflegte häufiger mehr von Anfang an sich an der Oberfläche abzuspielen, sodaß es nicht, wie auf dieser Tafel, zur Bildung der Luftblase kam; das Alter der Kultur erklärt durch die verringerte Wachsthumsgeschwindigkeit jedenfalls auch den Eintritt dieser Erscheinung).

Unterschiede, die in späterem als 9tägigem Kulturalter hervortreten, sind, wie schon angedeutet, nicht verwerthbar. Schon am 9. Tage pflegt ein Unterschied der bis dahin erfolgten Entwicklung in kurzer Frist die Verschiedenheiten im Aussehen der Kulturen noch wesentlich greller zu machen und treten dann die feinen konstanten Differenzen der ersttägigen Entwicklung verschiedentlich zurück. Deutsche Lehrbücher, besonders das Baumgartens[1]) betonen auch nachdrücklich, daß die diagnostischen Kriterien nur innerhalb des fest bestimmten Rahmens verwerthbar sind, den zahlreiche Erfahrungen ihnen gesetzt haben (Konzentration der Gelatine, Alkalisirung, Temperatur), wozu zweifellos bei den verflüssigenden Vibrionen die Beschränkung der charakteristischen Verflüssigungsmerkmale auf die ersten Tage der Entwicklung gehört. Die Unterschiede, welche die mir vorliegenden Londoner Photogramme von 13 und 18 Tage alten Kulturen aufweisen, müssen daher als bedeutungslos fallen gelassen werden.

Es erscheint gerechtfertigt, die Verschiedenheiten der Gelatineverflüssigung auf die verminderte Lebensenergie des Choleravibrio gegenüber dem Vibrio Proteus (und Metschnikoff) und damit verbundene Schädigung der Eigenbewegung, — Verzögerung der Vermehrung möchte ich hinzufügen — zurückzuführen, wie es Bitter[2]) gethan. Dieser geringeren Eigenbewegung ist es zuzuschreiben, daß der Choleravibrio leichter zu Boden sinkt, vom Sauerstoff der Luft damit entfernt und hierdurch in Fortpflanzung und Bildung seiner Lebensprodukte (Fermente) empfindlich geschädigt wird. Immerhin dürfte es schwer sein, sichere Anhaltspunkte aus den Erscheinungen der Eigenbewegung direkt unter dem Mikroskope auf die vitale Energie einer Kultur überhaupt zu entnehmen, so entschieden man auch gerade die Bedeutung dieser Eigenschaft anerkennen muß.

Als besonders beachtens- und noch hervorhebenswerth aber erscheint mir die Thatsache, daß auch die der Generation nach ältesten der mir zur Verfügung stehenden Kulturen, (Paris, Finthen, Malta), ohne erneute Passage des Thierkörpers immerhin ein solches Maß von Peptonisirungsvermögen sich gewahrt haben, daß sie nur wenig (Malta) oder nicht (Finthen) hinter den Kulturen jüngerer Herkunft zurückstehen, sodaß man anstandslos Art und Umfang der Gelatineverflüssigung an den Cholerastichkulturen als ein Merkzeichen von seltener Beständigkeit erneut hinstellen kann

b) Die Plattenkultur.

Während Baumgarten in seinem Lehrbuche Stich- und Plattenkulturen des Choleravibrio in 10prozentiger Nährgelatine in Anlehnung an Koch und an eigne Be-

[1]) P. Baumgarten, Lehrbuch der patholog. Mythologie Braunschweig 1888. S. 784.

[2]) H. Bitter, über die Fermententscheidung des Koch'schen Vibrio der Cholera asiatica Archiv f. Hyg. Bd. V. S. 241.

obachtungen als das am zuverlässigsten die Choleramikrobien charakterisirende Mittel bezeichnet, hat Gamaleja[1]) mit Rücksicht auf die Differentialdiagnose gegen den Vibrio Metschnikoff den Werth dieser Kulturbilder in Frage gestellt. Die Entgegnung R. Pfeiffers[2]) hat auch in Bezug auf den Vibrio Metschnikoff das Feld für den Werth der Plattenkultur behauptet, doch mußte auch er das Zugeständniß machen, daß er es „für außerordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich" hielte, in einem Bakteriengemisch von Cholera und Vibrio Metschnikoff die Kolonie des letzteren, besonders „wenn sie atypisch wachsen, in jedem Falle als solche zu erkennen." Man muß dem Autor hierin vollkommen beipflichten. Gleichzeitig resultirt die Wichtigkeit und Nothwendigkeit, nicht nur die „typischen", sondern auch die „atypischen" Wuchsformen, sowohl der Cholera wie ihrer Konkurrenten hinreichend zu kennen.

Als „atypisch" waren mir seinerzeit von Herrn Dr. R. Pfeiffer selbst die Kulturen „Shanghai" und „Malta" überlassen worden. „Atypisch" war die eine der Kolonieformen des Vibrio Metschnikoff, die ihm bei den Vergleichungen desselben mit dem Choleravibrio begegnete, sodaß er sie geradezu als „Spielart" bezeichnete. Und die erwähnte Arbeit Firtschs[3]) legte in der That die Entwickelung von Variationen dar, die sich spontan in alten Kulturen des Vibrio Proteus Finkler-Prior entwickelt hatten und deren Unterschiede mehrfach bei weiteren Generationen in besonders dauernd veränderter Koloniebildung hervortraten.

Bei Voraussetzung voller Gleichheit aller Versuchsbedingungen muß man folgenden allgemeinen Momenten einen wesentlichen Einfluß auf Bildung und das Aussehen der Gelatine-Kolonien von Choleravibrio und verwandten Vibrionen zuschreiben.

1. dem Verhältniß von Zahl der Kolonien zur Größe des ihnen gebotenen Raumes zur Entwickelung.
2. die Höhen- bezw. Höhen-Lage der Kolonien in der Gelatine.

Auch hier sind Kolonieform und Verflüssigungsumfang nicht ohne Zwang zu trennen, da die verschiedenartige Entwickelung des einen auch nothwendig den Effekt des anderen bestimmt. Es genügt die Andeutung, daß die Gegenwart vieler Kolonien, auf engen Raum zusammengedrängt, die Vollentwickelung der einzelnen nicht zu Stande kommen lassen wird, daß jede Kolonie nur eine gewisse Stufe ihrer Entwickelung erreicht, um dann, von den Nachbarkolonien der weiterfördernden Nährstoffe beraubt oder durch Ineinanderwachsen mit ihnen verschmolzen, das volle Entwickelungsbild einer Kolonie überhaupt nie zu offenbaren. Nur ein weiterer koloniefreier Kreis des Nährbodens rings um die zu beobachtende Kolonie liefert für diese die Möglichkeit allseitiger Entfaltung ihrer Eigenthümlichkeiten.

Nehmen wir nunmehr die zur Kolonieentwicklung günstigste Lage des auf den frischen Nährboden verimpften Cholerakeimes an: unmittelbar an der Oberfläche, bei vollem Zutritt des Sauerstoffes. Mit der ersten Entwicklung neuer Elemente geht die Bildung des peptonisirenden Enzyms Hand in Hand; zwischen die einzelnen Glieder der sich

[1]) Annales de l'Institut Pasteur 1888; p. 482 und 552.
[2]) „Ueber den Vibrio Metschnikoff und sein Verhältniß zur Cholera asiatica." Zeitschr. f. Hyg. Bd. VII. S. 347.
[3]) Firtsch, s. oben S. 1.

bildenden Kolonie lagern sich schon feinste Theile des gelösten Nährbodens. Nach 24, regelmäßig nach 48 Stunden sehen wir Theile am Rande solcher Kolonieen sich lockern, die, wenn nicht bereits eine trichterförmige Aushöhlung der umgebenden Gelatine stattgefunden hätte und ein Stoff, den wir kurzweg Zooglöa nennen wollen, die Koloniетheile zusammenhielte, leicht losbröckeln und der verflüssigten Umgebung sich mittheilen würden. Dies pflegt nur selten einzutreten; meist ist die gesammte Kolonie, dem Gesetze der Schwere folgend, als ganze in ihrem Zusammenhang erhalten, auf den Boden des Verflüssigungs-Trichters gesunken. Es ist ein charakteristisches Merkmal der Cholerakolonie, daß der volle Zusammenhang ihrer Theile unter einander lange, bis zum 3. Tage als Norm gewahrt wird. Die seinerzeit gegebene und in allen Darstellungen wiederkehrende Schilderung der jungen Cholerakolonie als eines kugel- oder scheibenartigen farblosen bis mattgelben Gebildes von bröckligem (Glasbröckchen vergleichbarem) Gefüge, welches sich gegen die Umgebung in unebener höckeriger Umrandung absetzt, trifft für die zahlreichen, von mir untersuchten, verschieden alten Kulturen noch voll zu und die im Folgenden sich darstellenden, zuweilen zu beobachtenden Abweichungen von diesem „Typus" finden aus ihm selbst heraus eine ungezwungene Erklärung. Der Kolonierandtheil der lebensfrischen, mehr als drei Tage alten Kultur pflegt sich bald aufzulockern und dann erst pflegen Theile desselben abzubröckeln; diese Auflockerung beginnt meist damit, daß der noch alle Charaktere der normalen Kolonie (Glasbröckchen ähnliche Zusammensetzung) zeigende Koloniekern (Fig. 6 a b) sich von einer unregelmäßig lappig begrenzten ungleichmäßig dicken Zone dünnerer Kolonieschicht (d) umzogen zeigt, deren Grenze gegen den noch festgeballten kugeligen Kern in einer scharf ausgesprochenen dunklen Kontur (c) ihren optischen Ausdruck findet; endlich lösen sich Theile direkt ab und theilen sich der umgebenden, verflüssigenden Gelatine mit (Fig. 7). Aber auch jetzt tritt nicht eine feinkörnige Trübung der verflüssigten Gelatine, wie bei Vibrio Metschnikoff und Finkler ein, sondern unregelmäßig geballte Klumpen und Klümpchen lagern um die Kolonie herum. Sowohl raschere Auflösung der Kolonie als über die Maßen langes Geschlossenbleiben derselben, beides können Zeichen von Generationsalter und Veränderung der Lebensenergie derselben sein. Im ersten Falle hat die Kultur von der sie kennzeichnenden Eigenthümlichkeit des zähen Aneinanderhaftens der einzelnen Theile eingebüßt (so Finthen s. Fig. 8), im anderen ist die Enzymbildung doch so verlangsamt, daß ein Auseinanderdrängen der Kulturtheile durch verflüssigte Gelatinemasse nicht mehr erfolgt (Malta, vereinzelte Kolonien von Shanghai

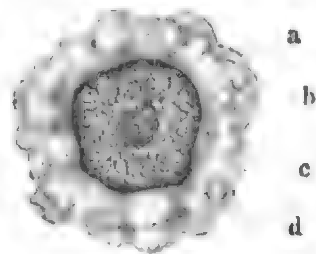


Fig. 6.
5 Tage alte in flachem Gelatine-Verflüssigungskrater schwimmende Kolonie von Kultur V
a blaß röthlich braune Mittelzone.
b Glasbröckchenartig gekörnte Schicht, graubräunlich.
c Grenzkontur zwischen b und d.
d Knollig-gelappte durchscheinende Außenschicht.

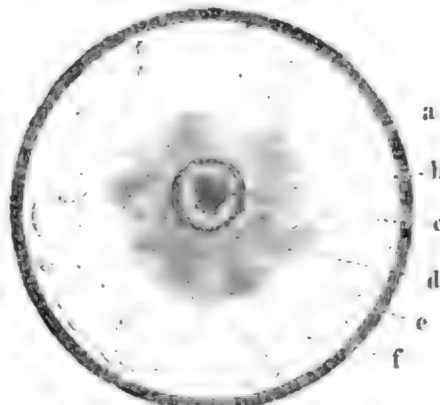


Fig. 7.
5 Tage alte Gelatine-Kolonie von Kultur V.
a dunkele „Kern"-Zone,
b hellere, gekörnte Zone,
c scharf abgrenzender ringförmiger Kontur,
d zerlappende graugelbliche Außenschicht,
e den Krater trübende Koloniebröckchen (in der Zeichnung mangelhaft wiedergegeben).
f Trichterrand.

und III). Bei letzterer (Fig. 9) begegnen wir ab und zu Kolonieen, deren Mittelzone geradezu neben der sich auflockernden Randzone tiefer in die Gelatine eingesunken ist. Ein dunkler halbmondförmiger Schatten an der Grenze beider Koloniezonen zeigt dieses deutlich an. Hierher gehört auch das bei Kultur II mehrfach beobachtete Koloniebild (Fig. 10). Nicht in loser Abbröckelung vom Hauptkern der Kolonie, sondern in geradezu strahliger Anordnung lösen sich die Koloniетheile c von der noch in ihrer Umgrenzung deutlich sich abhebenden Hauptmasse a. Auch die Außenpartikel von c sind radiär gestellt. Das Zustandekommen dieses merkwürdigen Bildes erklärt sich wohl folgendermaßen rein mechanisch. Die zunächst das gewöhnliche Bild der allseitigen Auflockerung zeigenden Kolonien halten sich trotz fortschreitender Verflüssigung der Umgebung wegen ihrer flächenhaften Ausbreitung noch eine Zeitlang in dem verflüssigten Kegel in der Schwebe. Plötzlich überwiegt jedoch die Schwere der centralen Hauptmasse, die Kolonie sinkt in die Tiefe und zerreißt in ihren Randtheilen so, daß diese jetzt den Eindruck strahlenförmiger Auflösung machen.

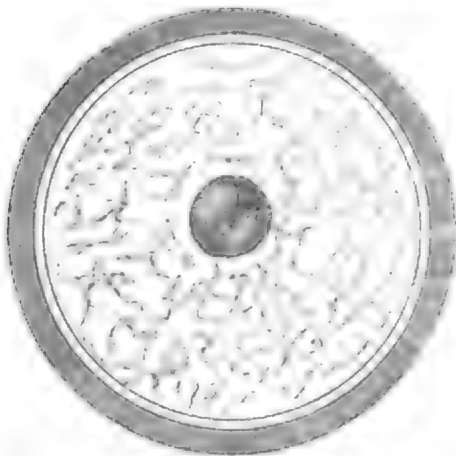


Fig. 8.
4 Tage alte Gelatinekolonie von „Fünthen".
a Hauptkolonie, homogen bis körnig.
b krümelige Koloniebröckel.
c zarte Kontur am Rand des Trichters.
d Rand des Verflüssigungskegels (zu weit gezeichnet).

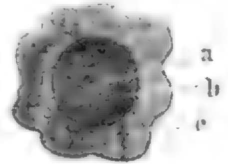


Fig. 9.
6 Tage alte Gelatinekolonie von Kultur III.
a tief eingesunkener gekörnter Innentheil.
b optischer Ausdruck des Höhenunterschiedes von a und c.
c gelappte Außenschicht.

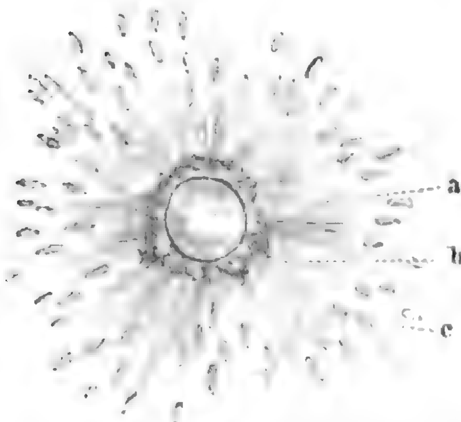


Fig. 10.
4 Tage alte strahlig sich auflockernde Kolonie von Kultur II.
a körnige bis homogene „Kern"zone.
b sich auflockernder Randtheil.
c strahlige Auflösung der Koloniemasse mit radiär gestellten größeren Koloniebröckeln am Rande der Kolonie.

Zum Zustandekommen dieser Erscheinung ist, wie wir weiter sehen werden, noch ein anderer Umstand von Belang.

Bei Kultur V entstanden zuweilen durch Dazwischendrängen der aufgelösten Gelatine zwischen Rand- und Mittelzone der Kolonie geradezu hellglänzende keimfreie Inseln, die, bei einigermaßen konzentrischer Anordnung und mehrfacher Ausbildung das seltsame Bild der Figur 11 boten. Aehnliches hatte ich auch früher an einzelnen Kolonieen von „Shanghai" beobachtet.

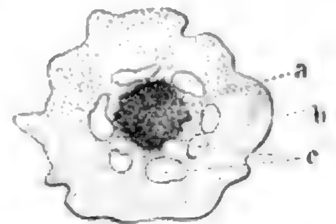
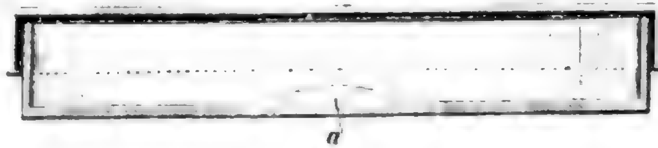


Fig. 11.
6 Tage alte Gelatinekolonie von V.
a braune homogene „Kern"masse der Kolonie.
b graugelbliche gelappte Außenschicht.
c helle, durchsichtige Inseln zwischen den Schichten a und b.

Endlich sei noch erwähnt, daß neben der Höhenlage in der Gelatine die Dünne der Gelatineschicht das Koloniebild wesentlich zu bestimmen vermag. Ich bediente mich bei meinen Vergleichen vorwiegend der Doppelschalen. Ein Theil derselben zeigt einen mehr

weniger stark vorspringenden Mitteltheil des Bodens (s. in beistehender Fig. a). Bei der Ausbreitung der Gelatine in der Schale wird dem erhabenen Mitteltheil entsprechend



hier eine Zone nur dünnen Ueberzugs von Gelatine über dem gläsernen Boden der Schale vorhanden sein. Die zufällig hier zur Entwicklung gelangenden Kolonieen bieten regelmäßig (bei der Kultur „Calcutta" mit ungeschwächter Eigenbewegungsfähigkeit der Keime) das Bild einer zarten, milchichgrauen, im Innern homogenen, nach außen in zarten, geschlossenen Schleifen gegen die Gelatine, unter gleichzeitiger Verflüssigung derselben vorspringenden Kolonie. Die anderen älteren Kulturen zeigten bei gleicher Bedingung der Entwicklung nur selten das gleiche, immer das analoge Bild derart, daß sich zarte Bakterienverbände unregelmäßig gegen die Umgebung vorschoben.

Es ist natürlich, daß ich alle diese Kolonien erst nach mikroskopischer Prüfung ihrer Keime und weiteren kontrollirenden Kulturen, die aus denselben angelegt waren, als echte Cholerakolonien würdigte. Die Neuanlagen von Kulturen derselben ergaben auf das unzweideutigste, daß man es in diesen „atypischen" Kolonien keineswegs mit „Spielarten" zu thun hatte. Sie waren nie die Stammmutter von nur ihnen gleichen Tochterkolonien; vielmehr zeigten diese zum großen Theile wieder die Charaktere der „typischen" Cholerakolonie. Man hat es sonach mit Erscheinungen zu thun, deren Zustandekommen häufig theils innerlich, theils von außen bedingt ist, die jedoch kein konstantes Anzeichen von Veränderung nach der einen oder anderen Richtung sind und gleichzeitig von rein mechanischen Vorgängen (Fig. 9, 10 und besonders 11) abhängig sein können. Ich halte das für ein Ergebniß von nicht zu unterschätzender Bedeutung, ein Ergebniß, das vor der übereilten Annahme von „Varietäten" warnt. So mannigfach auch zuweilen unter dem Druck unserer künstlichen Kulturbedingungen das Bild der Entwicklung vom „Typus" abweichen mag, die Abweichungen sind keine konstanten, durchgreifenden, die Art verändernden, sondern machen Erscheinungen typischen Wachsthums rasch und häufig wieder Platz.

Dies waren die Verschiedenheiten oberflächlicher, fortwährend in direkter Berührung mit dem Sauerstoff erwachsener Kolonien. Wie letzterer sich überhaupt als ein wichtiger Lebensfaktor des Choleravibrio in unserem Experiment erweist, so ist auch sein Einfluß für die Kolonieentwicklung ein entscheidender. Je weiter sich die Kolonien von ihm entfernen und in der Tiefe der Gelatine verlieren, um so einförmiger ist das Bild der Entwicklung. Ich stehe nicht an, die Meinung zu vertreten, daß bei der niedrigeren Temperatur (sagen wir 18°), wo ein Wachsthum in der Gelatine noch statt hat, der Sauerstoff der Luft in der That einen anderen, bestimmenderen Einfluß auf den Cholerakeim und die Bildung seiner Kolonien hat, als bei einer dem Leben des letzteren an sich schon günstigeren Temperatur (sagen wir 25°), daß ebenfalls bei günstigem Alkaliverhältniß des Nährbodens die Gegenwart des Sauerstoffs oder Beschränkung desselben die

Lebensäußerungen gesteigert oder vermindert hervortreten läßt. Für die tieferen Kolonien gelten im Wesentlichen die grundlegenden, ehemaligen Beschreibungen Koch's auch heute noch allgemein und kennzeichnen sie zur Genüge. In ihrer Umgebung bleibt bei entsprechender „Tiefen"lage der Kolonie, die Verflüssigung der Gelatine zuweilen ganz aus. Gelingt es der Kolonie früher oder später noch nahe an die Oberfläche (Luftseite) der Gelatine heranzuwachsen, dann sinkt sie rasch in engerem Trichter, als die von Anfang an oberflächlich entwickelte Kolonie, auf den Boden ihres Verflüssigungskraters und bietet dann häufig lange Zeit (viele Tage) das Bild der vollständig geschlossenen Kolonieform; dies sind die häufigsten Kolonien jeder Gelatine-Kolonieanlage und sie beherrschen das Bild der Gelatineplatte oder -Schale für das unbewaffnete Auge.

Aelteren Kulturen (Shanghai, Malta, auch VI) ist noch eine Wuchsform der „Tiefen"kolonien zuweilen eigen: die meist nur bis zu Höcker- oder Wärzchenbildung gelangende Unebenheit der Kolonieoberfläche steigt hier bis zur Bildung grober lappig-

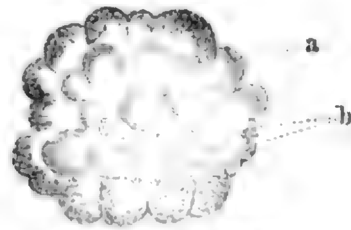


Fig. 12 (schematisch)
8 Tage alte grobgelappte „Tiefen"kolonie von „Shanghai".
a gekörnt erscheinende Koloniemasse.
b scharf hervortretende Konturen.

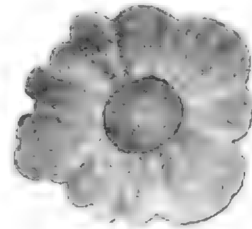


Fig. 13.
4 Tage alte Gelatine„tiefen"-kolonie von „Shanghai".

knolliger Auswüchse, wie sie die schematische Fig. 12 und die Fig. 13 veranschaulicht; oder aber, das gerade Gegentheil von dem: die Kolonien bleiben scharf und gleichmäßig umschrieben, ohne Unebenheiten, Vorsprünge und Ausladungen des Randes, ebenfalls eine häufige Erscheinung älterer Generationen (Malta.)

Ich habe mich bei Wiedergabe dieser Kulturmerkmale der Zeichnung bedienen müssen, statt des Photogrammes. Es ist dies ein zweifelloser Nachtheil, den ich gleichwohl aus Zeitmangel, nicht überwinden konnte. Bei Bearbeitung dieses Gegenstandes befand ich mich nicht immer in der Lage, sofort photographische Aufnahmen von Dingen nehmen zu können, die dann vielleicht bei endlichem Versuch des Photographirens nicht so prägnant hervortraten. Den Zeichnungen liegt die Betrachtung mit Zeiß Okular 2, Objekt. AA zu Grunde. Neben den sonstigen, ganz im Sinne diagnostischer Vergleiche den Koch'schen Vorschriften angepaßten Versuchsbedingungen habe ich, was noch erwähnt sei, folgendes besonders beobachtet. Die Gelatineschalen wurden beständig in dunklem Thermostaten bei der gleichbleibenden Temperatur von 20° C gehalten und für genügende Feuchtigkeit dieses Raumes durch regelmäßige Neuanfeuchtung des Fließpapiers gesorgt.

Eine Größenmessung der Kolonien hat sehr geringen Nutzen. Zwar geben die erhaltenen Werthe ein annäherndes Urtheil über Vermehrungsgeschwindigkeit und entsprechende Lebensenergie, doch ist die Größe der entwickelten Kolonie naturgemäß abhängig von den jeweilig am Orte ihrer Entwicklung gleichzeitig vorhanden gewesenen

Stammkeime; und es ist unmöglich hierüber, wie es in der Natur der Verhältnisse liegt, orientirt zu sein.

Die Fähigkeit der Gelatineverflüssigung zeigt bei der Entwicklung in Einzelkolonien noch feinere Unterschiede der verschiedenen Kulturen untereinander, als sie die Stichkultur zu offenbaren vermag. Sie steht zweifellos, wie dort schon hervorgehoben, in Abhängigkeit vom Alter der Kultur, der Summe der schädigenden Einflüsse, die dieselbe getroffen haben. Immerhin ist das Maß der Verringerung des Peptonisirungsvermögens nur ein geringes. Kaum unterscheidbar ist dasselbe verschieden an den Kulturen „Shanghai", „Finthen", „Paris". Es ist deutlich größer bei „Calcutta" und steht deutlich zurück bei „Malta"; I, V, VI, VII, VIII, IX stehen fast gleich „Calcutta"; II entspricht mehr „Finthen", III mehr „Malta".

Ich will nicht unterlassen, ganz besonders hervorzuheben, daß die indischen Kulturen I—IX in allen nicht erwähnten Kulturmerkmalen ganz den Forderungen entsprechen, wie sie uns bis jetzt für Cholerakulturen allgemein gelten. Geschwindigkeit und Art des Wachsthums der Kolonie, Geschwindigkeit und Umfang der Verflüssigung bewegen sich in den Typen und Maßen, wie sie den Choleravibrio im Vergleich mit seinen Konkurrenten kenn- und auszeichnen. Trotz oder gerade in Folge der obenangedeuteten zwar deutlichen, doch nur geringen Verschiedenheiten in der Bildung des leimlösenden Enzyms ist man veranlaßt, der Art und Ausdehnung der Gelatineverflüssigung auch in den Plattenkulturanlagen ihren hohen diagnostischen Werth nicht zu versagen.

Ich habe mich mehrfach auch in dem der Stichkultur gewidmeten Abschnitt des allgemeinen Ausdruckes „Lebensenergie" bedient und von dem Grade desselben, gesteigert oder vermindert, eine Beeinflussung der Koloniesormation hergeleitet. Ich muß noch in wenigen Worten andeuten, welchen Einblick die Koloniegestaltung nach dieser Richtung hin gewährt. Die bei der Koloniebildung in Frage kommenden bedeutsamsten Punkte der Lebensäußerungen der Keime überhaupt, dürften Vermehrungsgeschwindigkeit und Eigenbewegung sein. Namentlich dürfte der Bewegungsenergie des Cholerakeimes eine nicht unwesentliche Rolle zufallen.

Wir fanden in der oben eingereihten Tabelle 1 Angaben über die Bewegungsleistungen der einzelnen Kulturen verzeichnet. Dieselben waren jedoch von Kulturen, die bei 37,5° C gewachsen und dann am geheizten, bei 37,5° C gehaltenen Mikroskop verfolgt wurden, notirt, wir sehen, unter den denkbar günstigsten Bedingungen.

Aus obigen Anmerkungen ergiebt sich, daß „Finthen", „Paris", II und III auch unter diesen, den besten Bedingungen, hinter den anderen Kulturen zurückstehen.

Betrachten wir daraufhin das Bild ihrer Kolonien noch einmal, so finden wir sehr augenfällige Abweichungen vom „Typus" der Cholerakolonie bei II und III, II nach Art der Koloniegestaltung, III nach Wachsthumsgeschwindigkeit derselben (s. die Fig. 10 und 9.) Ich machte mir es daraufhin zur Aufgabe, zu verfolgen erstens, in welchem Verhältniß die „atypischen" Kolonien zu den noch in den Platten auftretenden typischen vorkamen und weiterhin, ob die „atypischen" dieser Kulturen vielleicht in fortlaufenden Umzüchtungs- und Plattenreihen ebenfalls wieder nur „atypische" zeigen würden. Zählungen und Zählungsvergleiche führten zu keinem durchsichtigen Ergebniß

und auch die letztere Vermuthung fand, wie ich gleich hervorheben will, keine Bestätigung. Aus der strahlig-zerfetzten Kolonie der Kultur II gingen in der nächsten Plattenanlage zahlreiche Kolonien hervor, die dem gewohnten für Cholera charakteristischen Bilde nicht nachstanden, gleichwohl daneben solche vom veränderten Typus. Das mikroskopische Formenbild zeigte für beide die leichtgekrümmten Keime und die Präparate waren zum Verwechseln ähnlich. In gleicher Weise gingen aus den langsam entwickelten Kolonien von III mit eingesunkenem Korntheil der Kolonie wieder typische Cholerakolonien hervor. Es war, um es noch einmal zu erwähnen, eine Konstanz in der Wiederkehr dieser geänderten Formen nicht nachweisbar. Dieser Umstand, daß es unmöglich war, die Form der neuen Kolonien vorher zu bestimmen, ließ mir keine andere Deutung zu, als die, daß die Lebensenergie der verschiedenen Kulturen, einmal ungünstig verändert, in ihrer Aeußerung fortwährenden kleinen Schwankungen unterworfen sind, die aber nicht nachhaltig genug sich geltend machen, um für die Dauer eine „Variation" der Stammkultur zu bewirken. In der Nachkommenschaft des geschwächten Keimes mögen sich zahlreiche Keime finden, die den Stempel dieser Erbschaft an sich tragen, andere aber mögen soviel an Lebensfähigkeit zurückgewonnen haben, daß sie an Lebensäußerungen hinter ungeschwächten Formen nicht mehr zurückstehen, die sowohl in Entwicklung des leimlösenden Enzyms als in Vermehrung und Bewegungsfähigkeit die Stellung ihrer Gattung behaupten. Immerhin scheint mir der weitere Verfolg dieser Vorgänge, der bei erster Begegnung mit denselben einen stutzig und unsicher in der Beurtheilung des Gesehenen macht, verheißungsvolle Bahnen zu eröffnen, um in das Dunkel der Voraussetzungen und Aeußerungen des Zelllebens einzudringen, die wir gemeinhin mit „Lebensenergie" derselben zusammenzufassen pflegen. Jedenfalls sind jene Erscheinungen schon aus rein diagnostischen Rücksichten wichtig genug, um uns zu veranlassen, sich mit ihnen bekannt zu machen.

Bildung von Farbstoff.

Im Anschluß an die Betrachtung der Gelatinekolonieen möchte ich noch einige Beobachtungen über die Pigmentbildung des Choleravibrio auf künstlichen Nährböden, auch der Gelatine, anreihen. Hierüber ist man im Allgemeinen bei den entsprechenden Beschreibungen ohne oder mit nur ganz stiefmütterlichen Angaben hinweggeschritten. Wir wissen gleichwohl, daß Pepton- und Bouillonlösungen, als Nährboden des Choleravibrio benutzt, nach kurzer Zeit sich bräunen, wir wissen weiter, daß die Farbbildung auf der Kartoffel als diagnostisches Hilfsmittel herangezogen zu werden pflegt und wir sehen in den Ausführungen Cunningham's die Verschiedenheiten in der Pigmentbildung auf der Kartoffel geradezu als wichtiges Argument für eine „Spezies"-Trennung seiner verschiedenen Kulturen verwerthet.

Ich habe dem Wachsthum jener Kulturen auf der Kartoffel noch einen besonderen Abschnitt gewidmet und gehe daher erst bei diesem näher auf die Pigmentbildung auf der Kartoffel ein. Nur folgendes möchte ich vorgreifend erwähnen: Untersucht man Theile des 10 Tage alten Kulturrasens von Kartoffelkulturen in ungefärbtem Zustande unter dem Mikroskope, so sieht man neben den Bakterien größere und kleinere Klumpen

von Farbstoff. Hier, wo die Farbbildung schon makroskopisch am augenfälligsten zu sein pflegt, ist es auch leicht, sich von der Gegenwart solcher Pigmentschollen unter dem Mikroskop zu überzeugen. Ihre Farbe ist die eines hellen bis Topasbraun. Zuweilen sind einzelne Theile eines größeren Klumpens von verschiedener Färbung: inmitten einer helleren Hauptmasse liegen, zentral vereinigt oder ungleichmäßig darin verstreut, tiefer, bis erdbraun gefärbte, nicht selten scharfrandig, wie Krystalle sich ausnehmende Partikeln. Die Umgrenzung der Hauptmasse ist eine unregelmäßig gezackte. Die Klumpen sind meist außer allem nachweisbaren Zusammenhang mit den Bakterien. Nur vereinzelt sehen wir einem solchen Pigmentklumpen Bakterienverbände anhaften. Die Klumpen lassen sich meist leicht unter dem Deckglas zerdrücken und weichen dann regellos auseinander.

Es war von Schottelius[1]) am bacillus prodigiosus gezeigt worden, daß nach Involution oder Absterben der Bakterienzellen Farbstoff in die Umgebung diffundiere, um sich hier in gröberen oder feineren Körnchen niederzuschlagen. Es gelingt, ähnliches am Choleravibrio nachzuweisen. Unsere Lehrbücher erwähnen meist die Bildung gesonderten Farbstoffes an den Gelatinekolonieen nicht. Sie sprechen von den Kolonieen als „bräunlichen Scheiben“ Baumgarten[2]) oder führen die Bildung eines dunkleren Zentrums nur als den optischen Ausdruck der dickeren Bakterienschicht, der „Vermehrung der Organismen“ (Günther)[3]) an, oder sie würdigen die Veränderung nach der Farbe überhaupt keiner Erwähnung (Fränkel)[4]).

Die Bildung von gesonderten Pigmentkörnchen in Gelatinekulturen läßt sich nun, wie folgt, beobachten: Schon nach kurzer Zeit des Wachsthums der Gelatinekolonien gewahrt man feine, hellglänzende, topas- bis bernsteinbraune Körnchen und Splitterchen in den Kolonieen. Sie entsprechen nicht etwa Lücken oder dünneren Schichten in der Bakterienmasse der Kolonie. Die verschieden hohe Einstellung des Objektes schließt dieses mit Sicherheit aus. Diese Körnchen pflegen zunächst im Inneren der Kolonie aufzutreten, bald durch die ganze Koloniemasse versprengt, immer zahlreicher in den Innentheilen der Kolonie, sehr häufig geradezu als „Pigmentkern“ in der Mitte der Hauptmasse der Kolonie zusammen gelagert. Sicher bietet der Mittelpunkt der Kolonie für die dort lagernden Keime in Folge der Nahrungsentziehung durch die jüngeren Keime des Randes, ungünstigste Lebensbedingungen. Hier wo die Stoffwechselprodukte der ältesten Koloniekeime sich anzuhäufen beginnen, stoßen wir auf die massigste Farbstoffanhäufung. Die Menge wächst mit dem Alter der Kolonie. Jüngere Generationen produziren ihn lebhafter, als ältere. Man wird daraus den Schluß ziehen dürfen: die Farbstoffbildung tritt hervor bei Wachsthumsverzögerung und um so intensiver, je jugendlicher die Generation, je lebensfähiger dieselbe ist.

Verfolgt man die Farbstoffentwicklung an jeder einzelnen Kolonie, so ergiebt sich des Weiteren, daß erstere keineswegs allen Kolonieen regel- und gleichmäßig zukommt, auch nicht den Kolonieen derselben Kultur und derselben Kulturanlage, ohne daß man

[1]) Schottelius, Biologische Untersuchungen über den Mikrococcus prodigiosus. Leipzig. 1887.
[2]) und [3]) a. a. O.
[4]) C. Fränkel, Grundriß der Bakterienkunde. 3. Aufl. Berlin. 1890.

im Stande wäre, anzugeben, wann und warum an dieser oder jener die Pigmentausscheidung und -Ablagerung erfolge oder eingetreten sein müsse. Nachfolgende Beobachtungen mögen das gesagte als Beispiele erläutern:

Schon nach 48 Stunden zeigen die üppiger entwickelten Oberflächen-Kolonieen von „Kalkutta“ einen deutlichen, nach der Umgebung zu verwaschenen topasfarbigen Pigment-„Kern“ inmitten der Kolonie. Nach weiteren 24 (also im Ganzen 72) Stunden hat dieser Farbkern eine ausgesprochene Nüance in's Rostroth fast in allen Kolonieen angenommen und hebt sich in den entwickeltsten gegen die umgebende Bakterienvegetation mehrfach ganz scharf ab. Nach 5 Tagen ist der Pigmentkern schon mit bloßem Auge inmitten der größeren Kolonieen als solcher zu erkennen. Hebt man jetzt eine Kolonie aus und zerquetscht sie unter dem Deckglas, so gelingt es in gleichen, wie an dem pigmentreichen Kulturrasen von der Kartoffel einzelne Pigmentpartikelchen und Körnchen zu isoliren, die im wesentlichen die oben geschilderte Beschaffenheit zeigen; nur gewinnt man nicht Klumpen von gleichem Umfang wie dort. Bei „Paris“ kommt es erst nach 4 Tagen, (also verzögert!) zu ausgesprochener Bildung einer rostbraunen Innenzone in der Kolonie, die dann in kurzer Zeit ein dem Kalkuttakoloniekern fast gleiches Aussehen gewinnt, d. h. meist ebenso scharf durch Farbe und Umgrenzung gegen die breite Randzone der Kolonie sich abhebt. Die Kolonieen von „Finthen“ zeigen nach 72 Stunden im Innern eine mehr zitronengelbe Farbabscheidung; nach 6 Tagen ist auch hier dieselbe mehr rostfarbig, wie wir sie bei „Kalkutta“ schon am 3. Tage sahen. Die Farbmasse ist auch nicht im Innern der Kolonie „kern“-artig zusammengelagert, sondern vertheilt sich mehr diffus auf weitere Theile der Kolonie. Immerhin ist sie auch hier mehr auf die zentralen Theile beschränkt und nur ausnahmsweise in den Randpartieen auffindbar. „Malta“ weist nach 48 Stunden nur eine diffuse lehmbraune- (chamois) bis topas-braune Färbung der Kolonie auf. Eine Zusammenlagerung von Farbstoff im Innern der Kolonie, ähnlich „Kalkutta“ wird erst am 5. Tage beobachtet, und auch da nur an vereinzelten Kolonieen und unvollkommen.

„Shanghai“ zeigt ganz ähnliche Verhältnisse wie „Malta“. Das diffus topasgelbe Kolorit der Kolonieen nach 24 Stunden verwandelt sich nach 4 Tagen in ein chamois; in zahlreichen Kolonieen trifft man auch ein umschriebenes, hier mehr erdbraunes Zentrum, ohne rostrothen Farbton. Dieser Farbentwicklung entspricht ganz die Kultur I, wo sich auch aus einem allgemeinen Lehmbraun der Kolonie nach 3 Tagen im Zentrum mehr weniger scharf ein tiefbraunes Pigmentlager abgrenzt. II entspricht wieder mehr durch rostfarbige Nüance der umschriebenen Pigmentscholle von „Kalkutta“, bezw. „Paris“. Bei III wird die Farbstoffbildung erst am 4. bezw. 5. Tage sichtbar und erreicht nicht oder erst um 6 bis 10 Tage verspätet das Maß von Farbentwicklung, welches „Paris“ und „Kalkutta“ schon am 3. oder 4. Tage sehen ließen. V, VI, VII, VIII und IX, wie auch sonst in ihren Lebensäußerungen der üppigen „Kalkutta“ am verwandtesten, unterscheiden sich von dieser nur unwesentlich und ungleichmäßig nach Zeit des Eintritts und Menge des gebildeten Farbstoffs.

Wir sehen hieraus, daß die Bildung von Pigment und dessen Ausscheidung in Form von Körnchen und Schollen beim Choleravibrio auch auf Gelatine eine recht häufige zu sein pflegt; wie weit dieses von ganz frischen, eben aus den Krankheits-

produkten gewonnenen Kulturen gilt, bleibt entsprechenden Prüfungen an Ort und Stelle einer Choleraepidemie überlassen.

Eine ähnliche Kontrolle von Agar-Agarkulturen habe ich absichtlich nicht durchgeführt, da letztere an sich diagnostische Anhaltspunkte nach Aussehen der Cholerakultur nicht bieten. Daß jedoch auch auf diesem Nährboden die eine Kultur mehr als die andere, sowie dieselbe Kultur bei verschiedenen Versuchen eine verschiedene Farb-Nüance des Kulturrasens vom „gelblich" zum „braun" zeigt, ist bekannt und ließ sich auch bei meinen Vergleichen gelegentlich bestätigen. Jedenfalls ist hier, wie auch auf Gelatine, die Produktion von Pigment immerhin eine geringe.

Kultur auf den gewöhnlichen flüssigen Nährböden, Rothreaction und Agarkultur.

Hierbei kann ich mich kurz fassen. Ganz fraglich ist der Anhalt, den Kulturen des Choleravibrio in flüssigen Medien der Diagnostik bieten. Mehr, als die Thatsache, daß die betreffenden Flüssigkeiten (Bouillon, Peptonwasser, sterilisirtes Hammelserum) ihm mehr oder weniger günstige Entwicklungsbedingungen bieten, sowie, daß es häufig zur Bildung einer Kahmhaut an der Oberfläche der Kultur kommt, läßt sich eigentlich kaum sagen. Geringe Schwankungen in Konzentration und Alkaligrad vermögen auch hier schon die Wachsthumserscheinungen makro- und mikroskopisch nicht unwesentlich zu verschieben.

Das Aussehen der Kulturen selbst ist ein keineswegs sich gleich bleibendes: dieselbe Kultur zeigt Verschiedenheit des Wachsthums auf verschiedenen Proben desselben Nährstoffes. Trübung und Häutchenbildung sind nach Zeit des Eintritts und Intensität beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Während nach 15 Stunden die Trübung der einen Reihe von Bouillon-Kulturen ohne Unterschiede eine allgemeine ist (Shanghai, Paris III, V, VII) und nur ein verhältnißmäßig geringer Kulturtheil schon bewegungslos als Satz am Boden der Röhre liegt, zeigen andere (Calcutta, II, VIII Finthen) eine deutliche Trennung in 3 Schichten: eine gleichmäßig getrübte, leicht bei Bewegung wolkig sich senkende Oberschicht an der Grenze des Luftsauerstoffs, eine nach unten folgende ganz klare, nur zuweilen von größeren darin schwebenden Bröckelchen durchsetzte Flüssigkeitsschicht und am Boden des Gefäßes schon eine reichliche Menge satzförmig abgelagerter Bakterienmasse, die sich beim Schütteln in gekörnter Flocke auseinanderzieht, aber nicht allgemein trübend zerfährt. Bei Malta und I hinwiederum scheint es überhaupt nur zu dürftigem Anschießen der Kultur zu kommen. Sie lassen die Bouillon fast klar und zeigen nur durch linsengroßen Bodensatz die überhaupt stattgehabte Vermehrung der übertragenen Kulturmenge an; erst am 4. Tage tritt bei I allgemeine kräftige Trübung ein, während „Malta" noch weitere 3 bis 4 Tage auf sich warten läßt. Ich erinnere daran, daß gleichwohl diese Kultur I mit Rücksicht auf Wachsthum in Gelatine und Bildung des Enzyms „Calcutta" nicht nachstand, ja „Shanghai" überlegen war, während allerdings „Malta" in beiden Beziehungen hinter „Calcutta" zurückblieb.

Schon früh (nach 48 Stunden) verfilzen sich die oberen Keimschichten bei „Shanghai" und „Finthen" zur Bildung einer Kahmhaut, bald folgen I, II, III, V, VI, VII, VIII, IX und „Calcutta" (am 3. oder 4. Tage), aber erst nach Verlauf von

11 Tagen sehen wir bei „Malta" die Flüssigkeitsoberfläche sich mit einem Häutchen überziehen. Entsprechend der erhaltenen oder verminderten Vermehrungsfähigkeit erfolgt die Trübung und Bildung der Kahmhaut rascher oder langsamer. Ich unterlasse hier das Einfügen mehrerer zum Zwecke des Vergleichs angelegter und geführter Tabellen des Wachsthums in Bouillonkultur. Ueber den geringen Werth der mikroskopischen Betrachtung der letzteren wird sich jeder rasch klar werden, der auch nur wenige Kulturen vergleichend prüft.

Noch weniger verwerthbar ist das Bild des Wachsthums in flüssigem Hammelserum: in ungleichen Zeiten treten Trübung und Vergallertung der Flüssigkeit ein, ungleich rasch und lebhaft ist die Bildung und ungleich die Ueppigkeit des sich bildenden Häutchens.

Noch schließe ich, mit Berücksichtigung der diagnostischen Prüfung der indischen Kulturen I—III und V—VIII, einige Aufzeichnungen über den Eintritt der Säure-Roth-Reaktion an.

Nach Dunham[1]) verwandte ich als Kulturboden die 1proz. Peptonlösung (1pCt. Pepton, 1/2pCt. NaCl Aqua sterilis.; jede Röhre erhielt 10 cbcm Füllung). Nach 16 Stunden trat bei Zusatz von 8 Tropfen reiner nitritfreier Schwefelsäure in allen prompt und gleichmäßig die Reaktion ein, überall von fast gleicher Intensität, gleichem Farbtone (kirschroth). Derselbe Effekt erfolgte nach 40 Stunden, bei 4 Tropfen, nach 6 Tagen bei 3 Tropfen Säurezusatz. „Malta" und VI blassen jetzt rasch (innerhalb 10 Minuten) zur Topasfarbe der Kultur ab, „Calcutta", „Paris", II und IX erst nach 2 Stunden, „Finthen" und „Shanghai" noch langsamer, V erhält den rothen Farbton noch über einen Tag lang. Am 8. Tage tritt wiederum bei allen Kulturen nach 3 Tropfen Säurezusatz die Reaktion sofort ein; nach wenigen Minuten trüben sich alle Kulturen; innerhalb 1/4 Stunde gehen I, II, III, V, VI, IX, „Malta", „Finthen" eine bernsteinfarbige Veränderung ein, während die anderen erst allmählich und langsam im Sinne dieser Verfärbung folgen; VII hält jetzt am längsten den Rothton fest.

Ungleichmäßiger sind die Ergebnisse bei Benutzung von gewöhnlicher Bouillon statt Peptonwasser als Nährboden: nach 24 Stunden zeigte bei Zusatz von 10 Tropfen Säure nur II deutliche Rothreaktion, nach Zusatz einer größeren Menge (20 Tropfen) zeigen IX, „Finthen", „Paris", „Malta", „Calcutta" und „Shanghai" nur Hauch einer rothen Verfärbung. Bei den übrigen fällt die Reaktion negativ aus. Erst nach 48 Stunden versagt bei keiner die Reaktion im Sinne der gleichmäßigen Kirschrothfärbung.

Ich hebe aus diesen Angaben nur nochmals hervor, daß bei gleichmäßiger Ausführung der die Reaktion bewirkenden Prozedur alle die mir vorliegenden indischen Kulturen die Reaktion, nach zeitlichem Eintritt, Intensität und Farbton, so zeigen, wie sie dem Choleravibrio eigen ist (ohne ja allerdings für ihn allein charakteristisch zu sein). Nie trat eine andere Nüance hervor, während der Vibrio Metschnikoff regelmäßig die von Gamaleja[2]) erwähnte und von Pfeiffer[3]) nochmals bestätigend hervorgehobene Nüance ins Ziegelroth aufwies.

So wenig auch das Bild der Agar-Agarkultur, sowohl als Strich-, wie als Platten-

[1]) „Zur chemischen Reaktion der Cholerabakterien", Zeitschrift f. Hygiene II. Bd. 1887 S. 337 ff.
[2]) und [3]) a. a. O.

kultur[1]), diagnostisch verwerthbar ist, so will ich es doch nicht unterlassen, nachfolgend in tabellarischer Zusammenfassung zu verzeichnen, welches Aussehen die indischen Agar-Stammkulturen zeigten, als sie von London aus in meine Hände gelangten, da die Arbeit Cunnigham's auch dem Verhalten seiner Kulturen auf Agar Gewicht beizumessen scheint. Ich erhielt die erste Sendung am 20. Dezember 1890, nachdem ich schon mehrere Monate vorher in den Besitz der dieser Sendung wieder beigeschlossenen Kulturen V, VIII, IX, von eben solchem Zustande, wie in der Tabelle angegeben, gelangt war.

Tabelle 4.

Nummer	Zeichen der Kultur	Art der Kultur	Tag der Anlage der Kultur und andere Notizen	Angabe des Hospitals und des Falles, dem die Kultur entstammte	Aussehen der Kultur
1.	I.	Strichkultur	2. 12. 90	Medical College Hospital. Case I.	schmierig, graugelb, fettig glänzend; Randpartien gebuchtet, mit zarten faltigen Erhebungen. Bei Abimpfung schwer abhebbar, zäh zusammenhängend. Geruch: uncharakteristisch.
2.	II.	Strichkultur	2. 12. 90	General Hospital. Case II.	zeigt die Charaktere von I, doch weniger üppig im Allgemeinen entwickelt, ohne die Faltenbildungen am Rande. Geruch: uncharakteristisch.
3.	III.	Strichkultur	2 12. 90	Sealdah Hospital. Case I.	unterscheidet sich nicht von I.
4.	IV.	Stichkultur	Originalröhre Cunningham's	General Hospital. Case III.	der Rasen nimmt die ganze Oberfläche des Nährbodens ein; Farbe grau; mattglänzend; nicht sehr zäh. Geruch: uncharakteristisch.
5.	V.	Stichkultur	wie IV.	General Hospital. Case V.	Rasen über die ganze Oberfläche ausgebreitet. Farbe graugelblich; zäh; schwer abhebbar. Geruch: spezif. Cholerakulturgeruch.
6.	VI.	Stichkultur	wie IV.	Medical College Hospital. Case VII. A.	ganze Oberfläche bewachsen. Graubräunlich; mattglänzend; leichter abhebbar; Geruch: charakteristischer Cholerakulturgeruch.
7.	VII.	Stichkultur	wie IV.	Medical College Hospital. Case VII. B.	wie VI. Geruch: weniger charakteristisch.
8.	VIII.	Stichkultur	wie IV.	Medical College Hospital. Case VII. C.	wie V. Geruch: ausgesprochener Cholerakulturgeruch.
9.	„März 1889“ (von mir geführt als IX.)	Strichkultur	2. 12. 90	An Dr. Klein März 1889 von Calcutta nach London übersandt.	Ausbreitung des Rasens längs des Strichs gering. Zarte senkrecht gegen den Impfstrich gerichtete Fältchen; Rand des Rasens gleichmäßig in zarten Bögen gebuchtet. Farbe graugelb; ziemlich trocken; zäh. Geruch: uncharakteristisch.

Ich habe dem nur hinzuzufügen, daß die von diesen Kulturen gewonnenen Abimpfungen auf Agar, ebenso wie die von I—III, VI, VII und IX einer nochmaligen

[1]) Die entgegengesetzte Angabe des „Verslag over de onderzoekingen verricht in het Laboratorium over Pathologisch Anatomie en Bakteriologie te Welteweden, gedurende het joor 1888“, wiedergegeben in Baumgarten's Jahresbericht 1889, S. 375, entbehrt der thatsächlichen Begründung.

Sendung im Mai 1891 sich durch kein charakteristisches oder bei erneuten Abimpfungen regelmäßig wiederkehrendes Merkmal unterschieden, sowohl nach Ueppigkeit, Farbe, Glanz, Zähigkeit und allen anderen namhaft gemachten Kulturmerkmalen.

Das Wachsthum auf der Kartoffel.

Ganz besonders gewagt wird jedem, dem die Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der Kartoffel, namentlich mit Rücksicht auf den Grad von Säure oder Alkalescenz bekannt sind, der Versuch Cunningham's erscheinen müssen, aus den von ihm beobachteten Abweichungen in Wachsthumsweise und Pigmentbildung auf der Kartoffel Unterscheidungsmerkmale verschiedener Arten herleiten zu wollen.

Seine diesbezügliche Darstellung läßt durchweg, außer bei der nach obigem nicht in Frage kommenden Kultur IV oder „Spezies δ", genauere Angaben über die Zeitdauer bis zum Beginn, beziehentlich der Höhe der Entwicklung, sowie Angaben über den zur Erzielung des Wachsthums nothwendigen Temperaturgrad vermissen. Mit einem „schnellen" oder „nicht leichtem" Wachsthum ist nicht viel gesagt. Alle, bis auf die Spezies β, die „comparatively readily" wächst, entwickeln sie sich nicht rasch auf Kartoffeln und nicht bei jeder beliebigen Temperatur, unterliegen somit anscheinend ebenfalls den uns für den Kommabazillus bekannten Bedingungen. Man ist sonach genöthigt, besonderes Gewicht der Wachsthumsform und dem endgültigen Aussehen der Kulturen beizumessen, das der Verfasser durch mehrere Abbildungen illustrirt hat. Demnach zeigte die Spezies α ein dünnes, durchscheinendes farbloses oder bräunliches Häutchen, gelegentlich runzelige Verdickungen, die Spezies β einen dicken, ocker- bis schlüsselblumengelben Belag, γ einen dünnen braunen Rasen mit unregelmäßiger Oberfläche, ε eine dichte lachsfarbene bis nelkenrothe Schicht. Ich will mich auf die Mittheilung dieser vier durch Abbildungen von ihm veranschaulichten „Arten" beschränken.

Koch[1]) hatte bekanntlich, unter Betonung der auffallenden Langsamkeit in der Entwicklung des Kommabazillus auf Kartoffeln, sowie der Nothwendigkeit erhöhter (am besten Brüt-) Temperatur, das Aussehen der Kartoffelkultur als dunkelbraun bezeichnet und Gaffky[2]) hatte im Berichtswerke über die Thätigkeit der Cholerakommission an die Aehnlichkeit des „graubräunlichen" Belags mit dem Aussehen der Rotzbacillen-Kulturen erinnert. Davon irgendwie wesentlich abweichende Angaben bringen weder die später erschienenen Lehr- und Handbücher, noch die andere Litteratur. Nur Hüppe[3]) hebt in seinem Lehrbuch scharf hervor, daß die Unterschiede in den Pigmentbildungen auf Kartoffeln gerade bei den praktisch wichtigen Spezies, wie Cholera, Typhus und anderen, wegen der Differentialdiagnose besonders zu beachtende Schwierigkeiten bieten, geht aber nicht näher auf die gerade hier in Frage kommenden Schwankungen ein. Wennschon nun auch Cunningham die Ungleichheit des Kartoffelnährbodens wohl bekannt, sind ihm doch die von ihm beobachteten Thatsachen zwingend genug erschienen, um denselben Arten trennende, unterscheidende Merkmale zu entlehnen.

[1]) Deutsche mediz. Wochenschr. 1884. S. 725 ff.
[2]) Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 3.
[3]) Die Methoden der Bakterienforschung. 4. Aufl. S. 243.

Die von mir angesetzten Kulturen haben mir Beispiele ziemlich großer Schwankungen gezeigt, sodaß ich mit Rücksicht auf die Mittheilungen jenes Autors es nicht für überflüssig erachte, sie durch Wort und Bild kurz zu skizziren.

Bei allen Versuchen schlug ich folgenden Weg ein: jede der großen Kartoffeln wurde in möglichst viele (4—5) nicht zu dünne Scheiben zerschnitten, sodaß auf die Scheiben jeder Kartoffel immer entsprechend viele (4—5) verschiedene Kulturen verimpft werden konnten; die Sterilisation wurde in 3 Zeiten vorgenommen; am 1. Tage $1\frac{1}{2}$ Stunden, am 2. und 3. Tage je $\frac{1}{2}$ Stunde lang im strömendem Dampfe; als Ausgangsmaterial dienten 24 Stunden alte, bei 37,5° C. gewachsene Agarkulturen. Die geimpften Scheiben wurden bei 37,5° (für die hier mitgetheilten Ergebnisse) gehalten, jede der Kulturen auf der Höhe ihrer Entwicklung auf ihre Reinheit geprüft. Es wuchs dabei die Kultur „Calcutta" auf 3 verschiedenen älteren (Winter-) Kartoffeln derselben Sorte in drei verschiedenen Farbtönen. Sie zeigte am 16. Tage auf der Kartoffel A ein reines Weiß (Tafel VII, Figur 1), auf D ein Weiß mit Hauch in's chamois, auf F endlich mehrfach ein ausgesprochenes Braun (Figur 2), auf B durchweg ein reines erdbraun, wie es die Abbildung von VII in Figur 6 zeigt. Auf einer zweiten Scheibe derselben Kartoffel D zeigte die Kultur IX ein sattes Braun (Figur 3); dieselbe Kultur ging nach derselben Zeit des Wachsthums in einer späteren Versuchsreihe auf deutlich sauer reagirender frischer (Sommer-) Kartoffel grauweiß, mit nur einem Stich in's Braune an (ähnlich Figur 5 von 1); auf einer zweiten Scheibe obiger Winterkartoffel A, worauf „Calcutta" rein weiß gewachsen, zeigte die Kultur I einen weißlichen Belag mit strohgelbem Anflug (Figur 4), dieselbe Kultur später auf deutlich sauer reagirender frischer (Sommer-) Kartoffel einen grauweißlichen Rasen, mit Stich in's chamois (Figur 5). Die übrigen indischen Kulturen lieferten mehr weniger intensiv erdbraunpigmentirte Kulturen, am ausgesprochensten und ganz gleich in Wachsthumsform und Pigmentsättigung die Kulturen VI und VII (Figur 6). Eine Nebeneinanderstellung zweier Kulturreihen möge als Beispiel des Wechsels in der Pigmentproduktion der einzelnen Kulturen auf den verschieden alten, bezw. verschieden reagirenden Kartoffeln dienen. (Die Zusammenstellung hätte sich durch mehrere entsprechend ausgeführte Vergleiche noch beträchtlich erweitern lassen.)

Tabelle 5.

Uebersicht über die Wachsthumserscheinungen zweier Reihen von Cholerakulturen verschiedener Herkunft auf verschieden alten Kartoffeln (A—E, bezw. A—J.) unter sonst gleichen Versuchsbedingungen (Thermostat 37,5° C.)

I. **Reihe** (Versuch mit den amphoterreagirenden Kartoffeln A—E, Wintersorte, 21. 3. 91; (zur Entnahme dienten 2tägige Agarkulturen).

	Calcutta.	V.	VIII.	Vibrio Metschnikoff.
Aufzeichnung 3 und 15 Tage nach der Kulturanlage.	A nach 3 Tagen zarter gelbbräunlicher Anflug von Kulturrasen, nach 15 Tagen tiefbraun mit Stich ins Olivgrün. D nach 3 Tagen lichtbrauner Rasen, nach 5 Tagen rehbraun „ 15 Tagen wie A.	A nach 3 Tagen lichtbrauner Rasen, nach 15 Tagen tief erdbraun. B wie A. C. wie A.	A nach 3 Tagen rehbrauner Rasen, nach 15 Tagen erdbraun mit Stich ins gelbliche. B, C, D, E wie A.	E nach 3 Tagen schon dunkler rehbraun, nach 15 Tagen tief erdbraun, dunkelster Rasen.

2. Reihe (Versuch vom 26. 5. mit gleichmäßig starksauer reagirenden neuen Sommer-Kartoffeln).

Aufzeichnung 7 und 15 Tage nach der Kulturanlage.

I.	II.	III.	VI.
A nach 7 Tagen strohgelb.	B nach 7 Tagen grauweiß, an einzelnen Stellen rehbräunlich.	C nach 7—15 Tagen grauweiß.	D nach 7 Tagen gelbbräunlich, nach 15 Tagen erdbraun.
G nach 7 Tagen rehbraun.	G nach 7—14 Tagen grauweiß.	H nach 7 Tagen grauweiß, nach 15 Tagen gelbbräunlich.	H nach 7 Tagen grauweiß, vereinzelte bräunliche Stellen, nach 15 Tagen grauweiß.

VII.	IX.	Calcutta.
E nach 7 Tagen lehmbraun, nach 15 Tagen holz- bis erdbraun.	F nach 7 Tagen rehbraun, „ 15 Tagen erdbraun.	A nach 7 Tagen ganz weißer Rasen; nach 10 Tagen grauweiß mit Stich ins Gelbliche.
J nach 7 Tagen angedeutet lehmfarbig, nach 15 Tagen deutlich braun.	J nach 7 Tagen angedeutet rehbraun, nach 15 Tagen lichtbraun.	B nach 7—21 Tagen grauweiß.
		C nach 7—15 Tagen grauweiß.
		D nach 7 Tagen gelblich, nach 15 Tagen gelbbräunlich.
		E nach 15 Tagen grauweiß mit Hauch ins gelbliche.
		F nach 7 Tagen rehbraun, nach 15 Tagen tiefgraubraun.

Es hat mich geradezu überrascht, daß mir bei häufigen Versuchsreihen, unter günstigen und ungünstigen Versuchsbedingungen die außergewöhnlichen Farbunterschiede, wie sie die Kultur V früher gezeigt haben soll (lachsfarben bis nelkenroth) nicht zu Gesicht gekommen ist, daß vielmehr dieselbe Kultur in meinem Besitz gleich bei dem ersten Versuch die charakteristische Erdbraunfärbung zeigte, wie sie Fig. 6 von der Kultur VII wiedergiebt. Eine Erklärung hierfür kann ich nur in der Verschiedenartigkeit des Nährbodens, also vielleicht einer noch besonders unterschiedenen Kartoffelsorte, erblicken, da nicht wohl anzunehmen ist, daß die Kultur auf dem Wege von Indien nach hier die dort gezeigte Eigenschaft eingebüßt und im Sinne der Koch'schen Angaben sich verändert hat.

Meine Beobachtungen haben mir gezeigt, daß die Pigmentbildung abhängig ist vom Alter, beziehentlich Säuregrad des Kartoffelnährbodens. Je saurer die Kartoffel reagirt, um so langsamer, beziehentlich unvollkommener kommt die Pigmentbildung zu Stande, übrigens eine Erfahrung, die der englische Forscher bei Kultur V (ε) auch mittheilt. Im Allgemeinen gehen demnach geringer Säuregrad und stärkere Pigmentbildung Hand in Hand. Für diagnostische Zwecke gilt, daß die Pigmentbildung der Cholerakulturen auf Kartoffel kein sicher verwerthbares Merkmal ist, daß vielmehr die Vorbedingung erhöhter Temperatur für das Zustandekommen des

Wachsthums und die Langsamkeit desselben, wie schon früher zur Genüge betont, werthvollere Anhaltspunkte bieten. Ebensowenig hat man ein Anrecht, hervortretende Unterschiede in der Farbintensität als trennende Merkmale der einzelnen Kulturen unter sich anzusehen.

Nach diesen auffallenden Widersprüchen meiner Beobachtungen gegenüber denen Cunningham's habe ich verzichtet, auf die anderen Merkmale (Zähigkeit und Geruch der Kulturen) noch näher einzugehen. Die letzteren ließen mich bei den Gesammtvergleichen irgendwelche charakteristische Unterschiede der einzelnen Kulturen nicht erkennen.

Thierversuche.

Es erübrigt noch, zur Vervollständigung der Kontrollversuche die Ergebnisse der mit den Kulturen Cunninghams angestellten Thierversuche mitzutheilen. Oben war bereits ein Theil derselben in Tabelle 3 mitgetheilt, wonach die Infektion mit den Keimen V und VIII in je einem von 2 Meerschweinchenversuchen von Erfolg begleitet war.

Obschon das Zusammentreffen der übrigen Kultur- und mikroskopischen Merkmale für sämmtliche, außer der immer außer Betracht zu lassenden Kultur IV, Zweifel an ihrer Natur als echte Choleravibrio-Kulturen ausgeschlossen hatte, wurden noch für die Kulturen I, III, VI und VII je 2 Meerschweinchen, für die Kultur II eines dem Cholerainfektionsversuch unterworfen. Die Ausführung geschah genau in der Weise, daß die Kulturen von 2 fünftägigen Agarröhren-Kulturen in 15 ccm gewöhnlicher Bouillon gleichmäßig vertheilt wurden und dann jedes Thier 3 ccm der so erhaltenen Kultursuspension erhielt, nach voraufgegangener Neutralisirung des Mageninhalts und folgender Aufhebung der Peristaltik der Därme, wie es oben erwähnt wurde. Aus der folgenden Tabelle ist das Ergebniß der Infektion und mithin die Wirksamkeit der indischen Kulturen ersichtlich.

Tabelle 6. (Meerschweinchen-Infektionsversuche.)

Thiernummer	Kultur	Tag der Infektion	Tag des Todes	Krankheitserscheinungen oder Eröffnungsbefund
11	I.	7. 6.	8. 9. nach 30 Stunden.	Ganzer Dünndarm besonders untere $^2/_3$ rosa injizirt, erweitert, schwappend, erfüllt mit grauweißem, reiswasserähnlichen dünnflüssigen Inhalt. Dickdarm ebenfalls stark injizirt. In der Bauchhöhle 15 ccm sanguinolenter Exsudatflüssigkeit. Platten: Reinkultur von Choleravibrio.
12	I.	7. 6.	10. 9.	Auffallende Trockenheit des subkutanen Gewebes und der Muskeln. Dünndarm fast in ganzer Ausdehnung erweitert, stark injizirt, zum Theil gleichmäßig rosafarbig erfüllt mit reiswasserartigen, grauweißlichen Massen, die vereinzelt zähe, graue Flocken enthalten. Das Thier hat einen Tag hindurch Durchfall gehabt. Platten: fast Reinkultur von Choleravibrio.

Thiernummer	Kultur	Tag der Infektion	Tag des Todes	Krankheitserscheinungen oder Eröffnungsbefund
13	II.	7. 6.	—	Bleibt gesund. Bemerkung: bei den sonst so ausgesprochenen Choleracharakteren der Kultur II habe ich auf eine Wiederholung des Thierversuchs verzichtet, um so mehr, als die anderen indischen Kulturen I, III, VI und VII so prompten Ausfall der Versuche ergeben hatten.
14	III.	7. 6.	—	9. 9. verweigert das Futter. 11. 9. krank, schwache Haltung: beim Kippen des Käfigs fällt das Thier halb auf die Seite, rechtes Hinterbein schlaff gelähmt, Fell gebürstelt. 13. 9. Krankheitserscheinungen noch ausgesprochener. 16. 9. erholt sich. Bleibt am Leben.
15	III.	7. 6.	8. 9. nach 21 Stunden.	Untere $^2/_3$ des Dünndarms hellbraunroth, erweitert, schwappend. Inhalt: blutiggerötheter wässriger Inhalt mit gelbweißlichen schleimigen Flocken. Ausgedehnte feinste staubförmige Hämorrhagieen in der ganzen Pylorushälfte des Magens. Dickdarm zeigt punkt- und streifenförmige Hämorrhagieen. Platte: neben zahlreichen Cholerakol. häufige Kol. eines nichtverflüssigenden Proteus.
16	VI.	7. 6.	8. 9. nach 20 Stunden.	Dünndarm in ganzer Ausdehnung, am meisten in den unteren $^2/_3$ spiegelnd, gleichmäßig rosa gefärbt, erweitert, erschlafft, Kapillargefäße lebhaft injizirt. Inhalt blutig wässrig mit breiigen gelblichen Flocken.
17	VI.	7. 6.	8. 9. nach 20 Stunden.	Wie 16. Mikroskop. Bemerkenswerth, daß in den Fäcesmassen flachgewundene Spirillen des Choleravibrio (bis zu 6 Windungen) vorhanden. Platte: Reinkultur von Choleravibrio.
18	VII.	7. 6.	8. 9. nach 17 Stunden.	Wie 16. Platte: fast Reinkultur von Choleravibrio.
19	VII.	7. 6.	8. 9. nach 26 Stunden.	Wie 16. Gleichzeitig Magen schwappend, mäßig injizirt.

Da die Mittheilung Gamaleja's[1]) selbst und die ergänzende Arbeit R. Pfeiffer's über den Vibrio Metschnikoff als ein wichtiges Kennzeichen des letzteren gegenüber dem Choleravibrio die große Virulenz desselben für andere Thiere, namentlich Tauben, schon bei subkutaner Applikation von geringen Mengen der Metschnikoff-Kultur, dargethan, andererseits die Versuche Pfeiffers und Nocht's[3]) erwiesen hatten, daß der Taubenkörper nur mit Mühe einer tödtlichen Cholerainfektion zu unterwerfen sei, habe ich noch eine Reihe von Geflügelinfektionen mit den indischen Kulturen vorgenommen, deren Ausfall im Sinne obiger Versuche zu Gunsten der Choleraeigenthümlichkeit der verwandten Kulturen erfolgt ist. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Ausgang der Versuche.

[1]) a. a. O.
[2]) a. a. O.
[3]) Pfeiffer und Nocht, Ueber das Verhalten der Choleravibrionen im Taubenkörper, Zeitschr. f. Hygiene Bd. 7, S. 259 ff.

Tabelle 7.

(Taubeninfektionsversuche.)

a) Zur Infektion werden 4 Tage alte Bouillonkulturen bei 37,5° C. gehalten, verwandt.

Thiernummer.	1	2.	3.
Verwandte Kultur.	Calcutta.	V.	VIII.
Infektionsweise.	1 ccm Bouillonkultur subkutan injizirt.	wie bei 1.	wie bei 1.
Tag der Infektion.	28. II. 91.	28. II. 91.	28. II. 91.
Ausgang.	bleibt am Leben.	bleibt am Leben.	bleibt am Leben.

b) Zur Infektion wurden 2 2tägige Agarröhrenkulturen von III in 5 ccm Bouillon vertheilt.

Thiernummer.	4.	5.	6.	7.
Infektionsweise.	1 ccm Suspension mit Spritze in die linke Flügelvene injizirt.	1 ccm Suspension in den rechten Brustmuskel injizirt.	1 ccm Suspension intraperitoneal injizirt.	1 ccm in die linke Flügelvene injizirt, unsicher!
Tag der Infektion.	18. 3.	18. 3.	18. 3.	18. 3
Ausgang.	bleibt leben.	bleibt leben.	bleibt leben.	bleibt leben.

Zusammenfassung.

Das Gesammtergebniß dieser Vergleichsuntersuchungen, die im Wesentlichen auf diagnostisch bemerkenswerthe Punkte (im Rahmen der diagnostischen Prüfungsmethoden), mit besonderer Berücksichtigung der Cunningham'schen Untersuchungen gerichtet waren, läßt sich sonach in folgenden Sätzen kurz wiedergeben:

Der Choleravibrio zeigt nach längerem Wachsthum auf künstlichen Nährboden beträchtliche Abweichungen vom Formen„typus", wie letzteren die Bakterienmassen im Choleradarm (Meerschweinchenexperiment) und die junge, aus Fäzes-Massen gewonnene Cholerakultur veranschaulichen Veränderungen seiner Form werden erstens durch die Zeitdauer seines Fortlebens außerhalb des Thierkörpers, zweitens durch die Zusammensetzung des Nährmaterials bedingt. Diese Veränderungen durch die Zeit des außerthierischen Lebens können liegen in besonderer Neigung zur Bildung zarterer, gestreckter, mehr zugespitzter oder beträchtlich verkürzter, nicht mehr als Kommabazillus erkenntlicher Formen, sowie in verminderter Fähigkeit des Plasmas zur Farbaufnahme. Die Veränderungen durch die Nährböden betreffen (je nach Konzentration, Flüssigkeitsmenge und Alkalenz bezw. Säuregehalt der letzteren) die Flexibilität (Torsion und Flexion) der Wuchsformen. Die Beweglichkeit der Keime erleidet durch beide Faktoren keine nennens-

werthe Einbuße. Zu einer konstantbleibenden Veränderung des Cholerakeimes kommt es nicht; vielmehr unterliegen die Formveränderungen häufigen, nicht kontrollirbaren Schwankungen und gehen aus den abweichenden wiederum Formen typischen Charakters hervor. Man kann sonach weder von Bildungen einer Formen„variation", noch von „Anpassungs"vorgängen der Formen reden. Inwieweit Differenzen der Form in Dejektionen von Cholerakranken vorliegen können, läßt sich durch Versuche, wie die vorliegenden, nicht entscheiden. Zahlreiche Vergleiche sichern die Thatsache, daß durchgreifende Formenunterschiede auch in den C.'schen Kulturen nicht vorliegen Vielmehr bewegen sich die Formen dieser Kulturen insgesammt noch in den „typischen" Formenkreisen. Die von Cunningham in Photogrammen vorgeführten „Differenzen" müssen demnach als hinfällige bezeichnet werden.

Die als „Arthrosporenbildung" gedeuteten Vorgänge haben sich von mir nur bis zum Zerfalle der Vibrionenzellen in unregelmäßige und ungleich gestaltete Plasmatheilchen beobachten lassen; nie gelang es, aus einem der letzteren einen neuen Keim erstehen zu sehen.

Agarkulturen lassen sich ebensowenig als früher zu spezifischer Trennung von Cholerakulturen verschiedener Herkunft verwenden, wie von Seiten C.'s geschehen ist. Die angeblichen Unterscheidungsmerkmale sind uncharakterische und nicht konstante.

Als das diagnostisch werthvollste Erkennungszeichen des Choleravibrio muß erneut sein Wachsthum auf 10% Gelatine hingestellt werden: sowohl die Charaktere der Stich-, als auch die der Platten- (Schalen-) Kultur pflegen sich durch Jahre hindurch bei Wachsthum auf künstlichen Nährboden zu erhalten. Geringe Unterschiede in der Verflüssigungsfähigkeit der Gelatine seitens der Kulturen sind ohne Belang. (Eine regelmäßig nachweisbare stärkere Herabsetzung derselben zeigte nur eine mehrere Jahre alte Kultur (Malta.). Das Verflüssigungsbild der Gelatinestichkultur ist nur bis zum 8. bezw. 10. Tage diagnostisch verwerthbar. Die indischen Kulturen I—III und V—IX bleiben insgesammt im Rahmen des Verflüssigungs„typus". Die Plattenkolonieen der verschieden alten Kulturen zeigen größere Verschiedenheiten, als bisher bekannt, bezw. in der Litteratur mitgetheilt gewesen ist. Ob solche auch bei erster Reinkultur aus Cholerainjektionen des Menschen hervortreten, lag außerhalb der Möglichkeit der experimentellen Entscheidung, ist jedoch mit Rücksicht auf den Kolonie„typus" der jüngeren Kulturen unwahrscheinlich. Die „atypischen" Kolonieen sind nicht der Ausdruck einer konstanten „Atypie", sondern sie erweisen sich bei neuer Kulturanlage als Träger von Keimen, die wieder zu typischer Kolonieform auswachsen. Nicht verflüssigende Kolonieen wurden nie an der der Luft zugekehrten Oberfläche des Nährbodens, sondern nur in der Tiefe desselben beobachtet. Auch aus ihrer Aussaat gingen von neuem verflüssigende Kolonieen hervor. Die besonders abweichende Koloniebilder zeigenden Kulturen II, III, V und „Shanghai" ließen neben atypischen immer typische Kolonieen beobachten.

Vermehrung und Wachsthum in Bouillon sind bei den verschiedenen Kulturen verschieden nach Zeit des Eintritts und nach Umfang; die Bildung einer Kahmhaut unterliegt beträchtlichen (wohl mehr zufälligen) Schwankungen.

Die Säure-Rothreaktion erweist sich, wenn die Kultur in Peptonwasser angesetzt war, bei allen vorliegenden Kulturen als ein für alle in gleicher Weise hervortretendes Merkmal; sie ist deutlich unterschieden nach Zeit des Eintrittes gegenüber dem Finkler'schen, Deneke'schen, Miller'schen Vibrio, nach Farbnüance gegenüber dem Vibrio Metschnikoff. Die Bouillonkultur ist für die Reaktion weitaus weniger geeignet.

Die Pigmentbildung auf der Kartoffel zeigt derartige Schwankungen, daß ihr diagnostischer Werth sehr fraglich erscheint. Art und Alter der Kartoffel sind von nachweisbarem Einfluß. So grelle Unterschiede der Farbstoffbildung, wie sie C. bildlich wiedergegeben, kamen bei zahlreichen Vergleichsreihen nicht zur Beobachtung. Diagnostisch viel bedeutsamer als der Farbton der Kartoffelkultur ist das langsame und nur bei höherer Temperatur zustande kommende Wachsthum des Choleravibrio auf der Kartoffel. Schwankungen in der Pigmentproduktion rechtfertigen mithin nicht eine Arttrennung der Kulturen. Die Bildung von Farbstoff in der Gelatinekultur gehört zu den nicht regelmäßigen, doch häufig zu beobachtenden Wachsthumseigenthümlichkeiten des Choleravibrio.

An Meerschweinchen und Tauben ausgeführte Infektionsversuche ergaben, soweit solche vorgenommen wurden, für die indischen Kulturen keine Abweichungen von den bisher am Choleravibrio gemachten Erfahrungen.

Die hier mitgetheilten Untersuchungen thun sonach dar, daß die von C. aus den Merkmalen seiner Kulturen gezogenen Schlußfolgerungen mit den an ihnen eingehend geprüften Formen- und Entwickelungserscheinungen nicht vereinbar sind. Wie oben gezeigt, steht eine auf mikroskopische Wuchsform, Agar- und Kartoffelkultur gestützte Annahme (Cunningham) von Speziestrennenden Merkmalen der verschiedenen in Choleradejektionen gefundenen Kommabazillen auf schwachen Füßen.

Die Ursachen der C.'schen Fehlschlüsse sind von berufenerer Stelle[1]) bereits mit kritischer Schärfe beleuchtet worden und begnüge ich mich mit dem Hinweis auf Koch's seinerzeit energisch betonte Warnung: nicht auf wenige herausgegriffene Punkte, sondern auf die Zusammenfassung sämmtlicher Erkennungszeichen hat sich die Entscheidung über den spezifischen Werth eines Keimes aufzubauen, dessen einzelne Merkmale nicht charakteristisch genug sind, um ihn von verwandten Arten zu trennen. Es gilt das ebenso in vollem Umfange bei dem Rückschlusse aus dem Gesammtbild der Wuchs- und Kulturformen eines Keimes auf Werth und Deutung abweichender Einzelheiten.

Ich kann es mir nicht versagen, einer auf zahlreiche Beobachtungen sich gründenden Erfahrung allgemeineren Inhaltes Ausdruck zu geben, einer Erfahrung, für welche der oben geschilderte Wechsel der Koloniewuchsformen mir eine neue Stütze zu bieten scheint: die Thatsache, daß aus den „atypisch“ sich aufbauenden Kolonieen wieder solche von typischem Aussehen neben ebenfalls atypischen Kolonieen hervorgehen, beweist, daß die Beeinflussung durch äußere Faktoren — wenn anders wir in den atypischen Kolonieen den Ausdruck geschwächter oder mindesten veränderter Lebensentfaltung erblicken — die einzelnen Keime in verschiedener Intensität trifft und diese quantitativ verschiedenen Ursachen auch quantitativ verschiedene Wirkungen zeitigen: auch in den verschiedenen Ge-

[1]) s. Hüppes zitirtes Referat zum Londoner Kongreß.

nerationen dieser niedrigen pflanzlichen Bildungen treten erkennbare Unterschiede in den Lebensäußerungen hervor, ohne daß der Charakter der Gattung verloren ginge (Erhaltenbleiben zahlreicher anderer Eigenthümlichkeiten der früheren Generation); letzterer kann vorübergehend schwächer oder verwischt zum Ausdruck kommen, ohne dauernd verändert zu sein. Wie groß die Spanne von der Höhe der Entfaltung des Artcharakters bis zur Art„degeneration“ beim Choleravibrio ist, ist eine Frage, deren Lösung der Zukunft vorbehalten bleibt.

Eine Heizvorrichtung des Mikroskopes zu bakteriologischen Untersuchungen.

Von

Dr. Paul Friedrich,

Königl. sächsischem Assistenz-Arzt I. Kl., kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Vor nahezu zwei Jahren hatte ich zum Zwecke von Blutuntersuchungen bei Körperwärme eine Heizvorrichtung für das Mikroskop ersonnen, die mir damals gute Dienste leistete. Ich habe sie nachmals häufig und anhaltend in Gebrauch gehabt bei Beobachtungen von Formen- und Entwicklungsveränderungen an Bakterien und sie hat sich auch hierbei gut bewährt.

Diese Vorrichtung ist von der Firma G. König, hier, Dorotheenstraße 29, angefertigt und gelangte bei Gelegenheit des X. internationalen medizinischen Kongresses zu Berlin in der Abtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes und seitens obiger Firma zur Ausstellung; dem damals vom Kaiserlichen Gesundheitsamte herausgegebenen Ausstellungsverzeichniß hatte ich eine kurze Notiz über Brauchbarkeit und Anwendungsweise desselben beigegeben, in der Absicht, es bei dieser Mittheilung bewenden zu lassen, um so mehr, als der Apparat, wie mir allerdings erst nach seiner Konstruktion bekannt wurde, eine prinzipielle Neuerung nicht zeigt.

Mehrfache Anfragen veranlassen mich jedoch nochmals zu einer kurzen Mittheilung und Beschreibung.

Es wird sich jedem, der Objekte bei höherer als Zimmerwärme, zu untersuchen und längere Zeit zu beobachten hat, die Unzulänglichkeit der älteren Apparate für Anheizung, zum Nachtheil der Arbeit, aufgedrängt haben. Wenn ich von den ältesten Konstruktionen, die auf der Methode direkter Anheizung eines Metallfußes beruhen (die bekanntesten sind die von Max Schultze[1]), Stricker[2]), Schklarewsky[3]), Senarmont[4]), Stein[5]), ganz absehe, da ihre Nachtheile zu bekannt sind, so entsprechen auch die neueren Vorrichtungen den Erfordernissen nicht zur Genüge. Die

[1]) Archiv f. mikroskop. Anat. 1865. S. 1.
[2]) Handbuch der Gewebelehre. 1871. Bd. I, S. 15.
[3]) Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. IV. S. 342.
[4]) Dippel, Grundzüge d. allgem. Mikroskopie. 1885. S. 291.
[5]) Zeitschrift f. wissenschaftl. Mikroskopie. Bd. I. S. 166.

Apparate von Hartley[1]), Ranvier[2]), Symons[3]), Flesch[4]), Löwit[5]), O. Israel[6]), Schäfer[7]), Vignal[8]), Babes[9]) u. A. zeigen zwar in dem Ersatz der direkten Metallanheizung durch Wasserheizung einen wesentlichen prinzipiellen Fortschritt, theilen jedoch den einen oder anderen Mangel der früheren Konstruktionen: entweder ist die Temperaturherabsetzung durch Annäherung eines nicht mit angeheiztem Tubus nicht auszuschalten, welche von Koch[10]) bekanntlich auf 5—8° angegeben wird, oder sie beeinträchtigen den Beleuchtungseffekt des Kondensorsystems, durch zu große Entfernung des Objektes vom Brennpunkt der Linsenstrahlen, oder sie lassen eine bequeme Verschiebbarkeit des Objektes nicht zu, oder es haften ihnen Mängel an, die ich im Einzelnen nicht durchsprechen will, auf die aber jeder stoßen wird, der sich anschickt, mit ihnen zu arbeiten. Es entspricht nicht dem Rahmen dieser Mittheilung, eine eingehende Kritik an denselben zu üben, allein die Thatsache, daß Ranvier[11]) erst noch im Jahre 1890 in den Comptes rendus tome CX als neue Methode direktes Einbringen des Mikroskops in das angewärmte Wasser und Untersuchen mit Wasserimmersion zur genaueren Prüfung bei zuverlässigen Temperaturen warm empfohlen und Pfeffer[12]) in dem Hefte 4 des 7. Bandes der Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie (S. 433) eine neue Heizvorrichtung beschrieben hat, geben beredtes Zeugniß davon, daß die bisherige Methodik der Verbesserung fähig ist und nach ihr verlangt.

Bakteriologen haben für ihre Arbeiten rasch das Verhältniß durch Einbringen des ganzen Mikroskops in einem Thermostaten vereinfacht. Noch hatte Koch seine Untersuchungen über den Milzbrand mit dem Max Schultze'schen Apparat angestellt, doch nicht, ohne auf die Mängel dieses Verfahrens hinzuweisen.

Die erste Angabe in der bezeichneten Richtung, d. h. Einbringen des Mikroskops in einen Thermostaten stammt wohl von Klebs[13]). Aehnlich war der von der Firma Zeiß in Jena gebaute, von L. Pfeiffer[14]) angegebene Heizschrank, der sich heute noch im Zeiß'schen Katalog abgebildet findet und wohl trotz seiner Nachtheile eine ziemliche Verbreitung gefunden hat, der auch mir Anfangs zu meinen Arbeiten diente und von dem ausgehend ich die unten zu beschreibende Vorrichtung nur eine Modifikation dieses

[1]) Americ. monthly microsc. Journ. Bd. I. S. 181, ref. i. Zoolog. Jahresbericht für das Jahr 1880. Bd. I. S. 24.

[2]) Technisches Lehrbuch der Histologie.

[3]) Journal of the Royal microscop. Society. Ser. II., Vol. II. 1882, ref. i. Zoolog. Jahresbericht f. d. Jahr 1882.

[4]) Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikrosk. Band 1. S. 33.

[5]) Ebenda Bd. 2. S. 43.

[6]) Ebenda Bd. 2. S. 459.

[7]) Journal of the Royal microscop. Society 1888, ref. in Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. 5.

[8]) Archive de Physiologie norm. et path. t. XVII. Nr. 5 p. 1 (abgebildet im Katalog von V. Wießnegg, Paris, 64 rue Gay Lussac. 1889).

[9]) Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde. Bd. 4.

[10]) Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 2. S. 284.

[11]) Méthode nouvelle pour étudier au microscope les éléments et les tissus des animaux etc. Comptes rendus 1890. S. 686.

[12]) E. Klebs, die allgem. Pathologie. I. Theil. S. 103.

[13]) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 2. S. 397. 1887.

letzteren nennen möchte. Dann gab G. Nuttall[1]) in der Zeitschrift für Hygiene eine entschieden brauchbare Aenderung des ursprünglich Sachs'schen Schränkchens an und neuerdings haben Plehn[2]) und die Firma Lautenschläger nach R. Pfeiffer's Angaben in immer verbessernder Weise Apparate desselben Prinzips beschrieben, bezw. angefertigt.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit in der Aufzählung der sich im allgemeinen sehr ähnlichen Konstruktionen machen zu wollen, möchte ich doch noch an dieser Stelle den für viele Fälle äußerst brauchbaren, jedoch nicht auf Genauigkeit Anspruch erhebenden heizbaren Objektträger L. Pfeiffers[3]) nicht unerwähnt lassen.

Fasse ich kurz die Forderungen zusammen, die man an eine den Bedürfnissen gewachsene Heizvorrichtung für bakteriologische Zwecke machen muß, so sind es diese:

1. obenan steht Möglichkeit genauer Temperaturbestimmung und Constanz der eingestellten Temperatur;
2. volle Gebrauchs- und unveränderte Leistungsfähigkeit aller Theile des Mikroskops (der modernen Beleuchtungsapparate, Spiegel, Blenden u. s. w.),
3. leichte Anheizung.
4. Handlichkeit des zu untersuchenden Präparates.
5. Ist es wünschenswerth, daß der Apparat für den Untersucher, besonders dessen arbeitende Hände bequem ist, nicht durch Wärme oder Heizgase belästigt.

In zweiter Linie der Forderungen stehen:

6. Benutzbarkeit oder leichte Anpassungsmöglichkeit jedes Stativs und
7. rascher Temperaturwechsel.

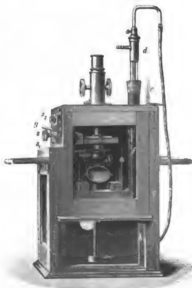


Fig. 1.

Es erhellt, daß, wie schon oben bemerkt, nur durch direkte Einbringung des ganzen Mikroskopstativs in einen Thermostatenkasten diesen Forderungen zu entsprechen ist. Ich habe demnach ebenfalls das Mikroskop in voller Ausrüstung in einen Wasserthermostatschrank eingebracht.

Die Abbildung des von mir angegebenen Apparates (Fig. 1) giebt eigentlich ohne nähere Beschreibung schon genügenden Einblick in die Handhabung desselben.

[1]) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 4. S. 373.
[2]) Ebenda, Bd. 8. S. 92.
[3]) L. Pfeiffer, Die Protozoen als Krankheitserreger, Jena, 2. Aufl. 1891. S. 24.

Die Vorrichtung besteht in ihren wesentlichen Theilen aus einem kupfernen Wasserbehälter (Fig. 2) mit Heizfuß (ab) und einer allseitig abschließenden Holzverkleidung (c), die ebenso gut natürlich durch Asbest ersetzt werden kann; nur aus Billigkeitsrücksichten gab ich dem Holz gegenüber dem von Metallrahmen zu tragenden und dadurch theuereren Asbestgehäuse den Vorzug. Der kupferne Heizkasten, jederzeit leicht aus der hölzernen Umkleidung herausnehmbar, setzt sich zusammen aus einem oberen nach oben und vorn offenen, doppelwandigen zur Aufnahme des die Heizung vermittelnden Wassers bestimmten (a) und einem zweiten darunter angefügten Blechkasten (b), zur Aufnahme des Mikrobrenners. Der Wasserkasten faßt 3200 cbcm Wasser. Eine obere Eingußöffnung dient zugleich zur nachmaligen Aufnahme des Thermoregulators (d); eine zweite obere Oeffnung trägt ein Wasserthermometer (e). An der Seite befindet sich ein Wasserstandsrohr (f). (Ein Abflußrohr und entsprechendes Zuflußrohr für anders temperirtes Wasser zu gelegentlichem Temperaturwechsel ist erforderlichen Falls leicht anzubringen.)

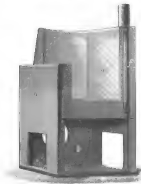


Fig. 2.

Die vordere Wand des umschließenden Holzkastens wird durch eine leicht verschiebbare in Holzrahmen sitzende Spiegelglasplatte gebildet. Die obere Deckelwand setzt sich aus zwei zusammenschiebbaren Platten zusammen, die in einem der Form des Stativs entsprechenden Ausschnitt Tubus und Schraubenfuß der Mikroschraube zwischen sich fassen. Linkerseits haben Holzwand und Wand des Wasserkastens einen Ausschnitt von 7 × 12 cm, zum Durchlassen der das Objekt bewegenden Hand, bezw. zur Aufnahme eines die Thätigkeit der Hand im Innern ersetzenden kleinen Objekt-Verstellapparates; dieser trägt eine Schraubenmutter, welche die Schrauben s, s_1 und s_2 aufnimmt, durch letztere die der Objekttischhöhe entsprechende Höheneinstellung, durch erstere die seitliche und darauf senkrechte Verschiebung eines den Objektträger bewegenden Rähmchens bewirkt. Letzterer wird durch den federnden Hebelarm der Objekttischfläche gleichmäßig aufsitzend angepaßt; er ist so dünn, daß eine Beeinträchtigung des Beleuchtungseffektes nicht erfolgt. Ein- und Ausladung des eigentlichen Objektträgers in diesen Rahmen, sowie dieser ganzen Verschiebevorrichtung erfolgt rasch und leicht. Gleichwohl habe ich späterhin diesen Hilfsapparat ganz außer Gebrauch gesetzt, da sich herausstellte, daß das zum Einführen der Hand nothwendige seitliche Oeffnen der Klappe, auch bei anhaltenden Untersuchungen von 2—3 Stunden langer und längerer Dauer nur ganz unbedeutende nicht in Anrechnung zu bringende Schwankungen von $^1/_{20}$ bis höchstens $^1/_{10}$ Grad für das zu untersuchende Objekt zur Folge hatte. (Wer im Besitze eines verschiebbaren Objekttisches ist, wird sich vielleicht, wie es Plehn gethan, die Verstellschrauben desselben seitlich oder hinten durch die Wand des Apparates nach außen führen lassen.) Das Mikroskop wird von oben oder vorn her in den Kupferblechkasten auf einer Filz-, Asbest-, oder Holzunterlage ein-

geführt, danach Spiegel und Blende des Mikroskops eingestellt und die vordere Spiegelglaswand geschlossen. Da der untere Anheizraum ebenfalls allseitig umschlossen, nur nach vorn offen und die nach einmal erfolgter Anheizung wärmende Flamme des Mikrobrenners nur sehr klein ist, wird der Untersuchende ganz und gar nicht von Wärme und Heizgasen belästigt. Seitlich an der Holzwand einzuhängende Stützbrettchen und Abschrägung der hinteren Wand tragen noch zur Erleichterung der Arbeit bei.

Zahlreiche Beobachtungen über die Anheizungsdauer und Konstanz der Temperatur haben folgendes ergeben:

Mit dem, von der Firma König beigegebenen Mikrobrenner ist, je nach der Außentemperatur in 30—35 Minuten die Temperaturhöhe von 37° auf dem Objekttisch des Mikroskops erreicht, die Anwendung eines Objekttischthermometers ist überflüssig, wenn man sich vor Beginn der Versuche einmal die Graddifferenz von Wasser und Objekttischtemperatur genauer bestimmt hat. Ich habe zu diesem Zwecke leicht schmelzbare Körper benutzt, Caprinsäure, Rindertalg[1]) und Menthol, vorher nochmals ihren bezüglichen Schmelzpunkt bestimmt, dann einen Theil dieser Körper auf einem Deckglas angeschmolzen und dieses wie zur Beobachtung im hängenden Tropfen einem hohlgeschliffenen Objektträger aufgekittet. Eintritt völliger Schmelzung zeigt an, daß die Temperatur des Schmelzpunktes im Hohlraume des hohlgeschliffenen Objektträgers erreicht ist. Es ist zu empfehlen, diese Prüfung an jedem Apparate einmal selbst erst vorzunehmen, um ein sicheres Differenzverhältniß für Wasser- und Präparattemperatur zu ermitteln. Es genügt dann das Ablesen der Wassertemperatur, um durch Abziehen der erlangten Durchschnittsdifferenz der Präparattemperatur diese letztere in jedem Falle rasch festzustellen.

Eine Gefahr für die Objektive habe ich auch bei monatelangem Gebrauch in der etwas höheren Temperatur nicht erblicken können.

Es ergiebt sich von selbst, daß der Apparat ohne Mikroskop gelegentlich auch als kleiner Thermostat zu anderen Zwecken Verwendung finden kann. Eine kleine oben einzulegende Kupfertragplatte mit Asbestauskleidung kann während der Untersuchung Präparate oder Objektträger gleichzeitig unter der erhöhten Temperatur erhalten, bezw. vorwärmen. Das in Fig. 1 g sichtbare Objekttischthermometer ist, wie erwähnt, unnöthig.)

Die Genauigkeit der Funktionirung des Apparates ist natürlich abhängig von der Leistungsfähigkeit des Thermoregulators; ich habe immer den combinirten Lothar Meyer-Reichert'schen[3]) benutzt und er hat mir gute Dienste geleistet.

[1]) Diese von R. Koch mit Rindertalg ausgeübte Methode ergiebt zuverlässigere Werthe, als das Ablesen eines mit der Quecksilberkugel dem Objektisch nicht in größerer Fläche aufliegenden Thermometers; ein Einlassen des letzteren in den Objekttisch komplizirt und vertheuert.

[2]) Nicht gut brauchbar sind Glaubersalz mit 33°, Parakresol mit 36°, Carbolsäure mit 44° Schmelzpunkt, theils wegen darin enthaltenen Krystallwassers (Glaubersalz) theils weil abhängig von der Geschwindigkeit des Anwärmens.

[3]) bezogen von der Firma Dr. H. Rohrbeck in Berlin, Karlstraße 24.

Ueber die Zusammensetzung der Branntweine.

Von

Dr. Karl Windisch,

Technischer Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Erste Mittheilung.

Inhalt:

Einleitung.

Die Beschaffenheit der Trinkbranntweine steht seit einer Reihe von Jahren im Vordergrunde der Fragen, welche die öffentliche Gesundheitspflege beschäftigen. Nachdem die Hygieniker auf die gesundheitsschädliche Wirkung aufmerksam gemacht hatten, welche den dem ungereinigten, durch einfache Destillation gewonnenen Trinkbranntwein beigemischten Stoffen zukommt, trat an die Chemiker die Aufgabe heran, diese schädlich wirkenden Stoffe in den Branntweinen zu bestimmen. Man faßte dieselben unter dem Namen „Fuselöl“ zusammen und wußte, daß das letztere vorwiegend aus höheren Homologen des Aethylalkohols: Propylalkohol, Isobutylalkohol und namentlich Amylalkohol bestand.

Nachdem einmal die Anregung gegeben war, kam die Frage der Bestimmung des Fuselöls sehr rasch in Fluß. Die dahin zielenden Verfahren lagen noch sehr im

Argen. Man beschränkte sich meist mit Reaktionen zum Nachweis des Fuselöls, welche theils geradezu irrthümlich, theils in hohem Maaße unsicher waren; das beste Verfahren blieb immer noch die Geruchsprobe, die in der That, besonders nach geeigneter Konzentrirung des Fuselöls, den sicheren Nachweis desselben gestattet, wenn nicht andere Stoffe vorhanden sind, welche den Geruch desselben verdecken.

Die Bestrebungen, eine brauchbare Methode zur Bestimmung des Fuselöls zu finden, blieben nicht ohne Erfolg. Bald wurden mehrere dahin zielende Verfahren bekannt gegeben und von verschiedenen Seiten geprüft. Auch das Gesundheitsamt nahm Veranlassung, dieser Frage näher zu treten, als ihm die Aufgabe wurde, die technischen Materialien zu einem Gesetzentwurf betreffend die Reinigung des zu Trinkzwecken dienenden Branntweins zusammenzustellen.

Im Gesundheitsamte schritt man zunächst zu einer vergleichenden Prüfung der Methoden, welche zur Bestimmung des Fuselöls in Vorschlag gebracht worden waren. Die mit erheblichem Zeitaufwande verknüpften Untersuchungen[1]) ergaben, daß in erster Linie die Methode von Röse geeignet ist, über den Gehalt der Branntweine an Fuselöl Aufschluß zu geben. Es wurde dabei gleichzeitig bemerkt, daß man die Bestimmungen unter genauester Einhaltung aller Vorsichtsmaßregeln ausführen müsse, wenn man sichere Ergebnisse erhalten wolle.

Besondere Berücksichtigung ließ man den anderen in Trinkbranntweinen vorkommenden Stoffen angedeihen und prüfte eingehend, welchen Einfluß dieselben auf die Methoden der Bestimmung des Fuselöls ausüben. In der That war dies der springende Punkt der Untersuchungen, denn daß die vorgeschlagenen Verfahren bei künstlichen Gemischen von reinem Aethylalkohol, Amylalkohol und Wasser zu guten Ergebnissen führten, war, wie aus dem Folgenden ersichtlich, vorauszusehen. Das Fuselöl besteht wesentlich aus höheren Alkoholen, also Homologen des Aethylalkohols, die noch dazu alle primäre Alkohole sind. Die Eigenschaften homologer Glieder einer Körperklasse sind nun zwar qualitativ im Allgemeinen ganz gleich, sie zeigen aber beträchtliche und meist gesetzmäßige quantitative oder graduelle Verschiedenheiten. Diese letzteren sind zur Bestimmung der höheren Alkohole im Branntwein herangezogen worden: Röse benutzt die Verschiedenheit der Löslichkeit in Wasser bezw. 30 volumprozentigem Alkohol, Traube die Verschiedenheit der Oberflächenspannung. Die gesetzmäßige Grundlage ließ die Brauchbarkeit der Verfahren für Gemische von wässerigem Aethylalkohol und Amylalkohol voraussehen.

Von anderen in natürlichen, d. h. nicht mit künstlichen Zusätzen versehenen Branntweinen sich findenden Stoffen kommen nur Ester und Aldehyde in Betracht. Auch von diesen Stoffen war zu erwarten, daß sie auf das Röse'sche Verfahren nur geringen Einfluß ausüben. Denn erstere konnte man durch Behandeln des Branntweins mit Kalilauge verseifen und dadurch unschädlich machen und der Acetaldehyd, der sich allein in erheblicheren Mengen im Branntwein findet, ist in Wasser und verdünntem Alkohol viel zu leicht löslich, um die Fuselölbestimmung nach Röse nennens-

[1]) Eugen Sell, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1888. 4. 109; Karl Windisch, ebendaselbst 1889. 5. 378.

werth zu stören; zum Theil wird derselbe auch durch die Behandlung mit Kali zerstört.

Dem Branntwein werden vielfach Stoffe zugesetzt, welche ihm einen besonderen Geruch und Geschmack verleihen. Meist sind es ätherische Oele, welche hierzu Verwendung finden. Auch diese Stoffe wurden bei den im Gesundheitsamte angestellten Untersuchungen berücksichtigt. Inbetreff des merkwürdigen Ergebnisses, welches hierbei erhalten wurde, muß auf die früheren Veröffentlichungen[1]) hingewiesen werden; hier genüge es zu sagen, daß auch die ätherischen Oele in den geringen Mengen, wie sie der Natur der Sache nach in Branntweinen sich finden können, keinen wesentlichen Einfluß auf die Fuselölbestimmung ausüben.

Nachdem somit das Röse'sche Verfahren der Fuselölbestimmung als befriedigend erkannt worden war, wandte sich das Gesundheitsamt der Frage nach der Beschaffenheit der Trinkbranntweine des Handels im Deutschen Reiche zu. Die Untersuchung von 265 aus allen Theilen Deutschlands entnommenen Branntweinen[2]) ergab, übereinstimmend mit anderen Analytikern, daß man sich früher von der Menge der Verunreinigungen, die sich in den Branntweinen finden, übertriebene Vorstellungen gemacht hatte; selbst unter den billigsten und demgemäß schlechtesten Proben fanden sich fuselfreie und auch die anderen enthielten verhältnißmäßig nur geringe Mengen Fuselöl. Weiter wurde, theils im Gesundheitsamte, theils anderwärts, festgestellt, daß selbst der Rohspiritus und die vergohrene Maische viel geringere Mengen Fuselöl enthalten, als man früher gedacht hatte.

Später beschäftigte sich das Gesundheitsamt mit den Verfahren, welche zur Entfuselung und Reinigung des Branntweins in Vorschlag gebracht worden sind; die sehr umfangreichen Untersuchungen über eines dieser Verfahren[3]) sind veröffentlicht worden. Sodann wurde die Beschaffenheit der zur Denaturirung gestellten Branntweine einer eingehenden Prüfung unterzogen, deren Ergebnisse[4]) ebenfalls bereits mitgetheilt sind.

Inzwischen war das Gesundheitsamt noch einer anderen Frage näher getreten, die für die Gesundheitspflege von Bedeutung war: die Zusammensetzung der Branntweine im Einzelnen wurde zum Gegenstand einer bereits vor längerer Zeit begonnenen und zur Zeit noch fortdauernden Untersuchung gemacht. Die Thatsache, daß das Amt sich diesen gleichsam grundlegenden Versuchen bis dahin entziehen konnte, läßt sich leicht erklären. Man kannte die Zusammensetzung des Kartoffelbranntweins, der wegen seiner massenhaften Anwendung zu Genußzwecken für die deutschen Verhältnisse im Vordergrunde steht, aus früheren Versuchen hinlänglich genau, um auf seine wesentlichste Verunreinigung, den Amylalkohol, eine für die Zwecke der Gesundheitspflege durchaus befriedigende Untersuchungsmethode zu gründen. Die Reinigungsbestrebungen beschränkten sich aber, obwohl, wie später gezeigt werden wird, ohne jeden Grund, auf den Kartoffelbranntwein allein, während die Branntweine aus anderen Stoffen ohne Weiteres dem

[1]) Eugen Sell, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1888. 4. 143, 175, 194 und 201; Karl Windisch, daselbst 1890. 6. 484.

[2]) Eugen Sell, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1888. 4. 208.

[3]) Eugen Sell, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1890. 6. 124.

[4]) Karl Windisch, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1890. 6. 471.

Verkehr übergeben werden sollten. Die Zusammensetzung der letzteren kam daher Anfangs gar nicht in Betracht.

Die im Amte bei der Untersuchung von Branntweinen verschiedenen Ursprungs im Kleinen gemachten Erfahrungen lehrten aber bald, daß man sich auf einem Irrweg befand, als man gegen die Verunreinigungen des Kartoffelbranntweins allein vorging. Es ergab sich, daß mehrere Trester- und Hefenbranntweine viel mehr Fuselöl enthielten als die gewöhnlichen Kartoffelbranntweine, und die Rohspiritusproben aus Korn durchweg mehr als diejenigen aus Kartoffeln. Als nun gar in Frankreich selbst, dem Vaterlande des Cognaks, festgestellt wurde, daß der Cognak etwa eben so viel Fuselöl besitzt, wie der gewöhnliche Kartoffelbranntwein, da unterlag es keinem Zweifel mehr, daß man den letzteren mit Unrecht für besonders stark verunreinigt angesehen hatte. Die Bestimmung der Zusammensetzung der Trinkbranntweine schien demnach nunmehr dringend erforderlich.

Die Zahl der Untersuchungen, welche sich auf die Ermittelung der Bestandtheile der Branntweine erstrecken, ist ziemlich groß und viele reichen bis in die erste Hälfte dieses Jahrhunderts zurück. Diese älteren Untersuchungen wurden meist in rein wissenschaftlichem Interesse angestellt. Es ist eine bekannte Thatsache, daß die in den Branntweinen neben dem Aethylalkohol sich findenden Alkohole einen bedeutenden Einfluß auf die rasche Entwickelung der organischen Chemie ausgeübt haben. Wenn diese Stoffe auch nur in verhältnißmäßig geringen Mengen im Branntwein vorkommen, so konnte man sie doch bei der ungeheuren Masse von Branntwein, die jährlich dargestellt wird, in großer Menge erhalten, zumal da die Technik es allmählich verstand, die Nebenprodukte der Gährung in dem Vor- und Nachlauf zu konzentriren. Nachdem man gelernt hatte, aus diesen sehr verwickelten Gemischen die einzelnen Stoffe abzuscheiden, wurden nach und nach die Alkohole der zweiten bis siebenten Kohlenstoffreihe gewonnen, welche den Forschern Gelegenheit zur Darstellung ungezählter anderer Verbindungen boten.

Erst in neuerer Zeit sind auch im Interesse der Gesundheitspflege einige Untersuchungen über die Zusammensetzung der Branntweine angestellt worden. Die früheren Versuche erstreckten sich gemäß der rein wissenschaftlichen Aufgabe, welche sie sich gestellt hatten, meist nur auf einzelne, in größerer Menge zu erhaltende Stoffe; sie geben daher auf die Frage nach der Zusammensetzung der Branntweine nur stückweise Antwort. Die im Dienste der Gesundheitspflege ausgeführten Untersuchungen müssen naturgemäß auf alle Bestandtheile ausgedehnt werden, damit man einen vollständigen Ueberblick über die Zusammensetzung erhält.

Die Methoden der Untersuchung.

Die Zahl der Stoffe, welche die Verunreinigungen der Branntweine bilden, ist eine ganz beträchtliche; ihre Trennung und Bestimmung wird aber dadurch vereinfacht, daß sie zum größten Theil mehreren gut charakterisirten Körperklassen angehören. Dieser Umstand erschwert freilich andererseits die Untersuchung der Branntweine nicht unerheblich, da bekanntlich die Trennung homologer Körper in Folge des sehr ähn-

lichen Verhaltens derselben meist sehr schwierig und zeitraubend ist. Die Hauptmenge der Verunreinigungen der Branntweine gehört folgenden fünf Körperklassen an: Aldehyden, Alkoholen, Säuren, Säureestern und Basen. Bevor man an die Trennung der verschiedenen Körperklassen und die quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile herantritt, überzeugt man sich erst davon, welche von diesen Stoffen in dem Branntwein vorhanden sind; denn sehr häufig fehlt die eine oder die andere und dann vereinfacht sich die Untersuchung vielfach ganz erheblich. Im folgenden soll zunächst der qualitative Nachweis der Körperklassen besprochen werden.

Qualitativer Nachweis der in den Branntweinen enthaltenen Körperklassen.

1. Nachweis der Aldehyde.

Es giebt in der ganzen organischen Chemie keine Körperklasse, welche reaktionsfähiger wäre als die Aldehyde. In Folge dessen ist die Zahl der Reaktionen, welche zum Nachweis dieser Körperklasse dienen können und thatsächlich vorgeschlagen worden sind, eine nicht geringe. Unter den in Branntweinen vorkommenden Aldehyden nimmt einer eine Sonderstellung ein: das Furfurol, der Aldehyd der Brenzschleimsäure. Dasselbe gibt zwar alle Klassenreaktionen der Aldehyde, es ist aber noch durch einige besondere Reaktionen ausgezeichnet, welche seinen Nachweis als einen der sichersten unter allen Verunreinigungen erscheinen lassen. Sie sollen am Schluß mitgetheilt werden.

a) Nachweis der Aldehyde mit Kalilauge. Schon Justus Liebig[1]), der Entdecker[2]) des Acetaldehyds, beobachtete, daß dieser Stoff mit Kalilauge sich gelb bis braun färbt und ein gelbbraunes, eigenthümlich riechendes Harz bildet. Selbst ziemlich verdünnte Lösungen von Aldehyd färben sich beim Kochen mit Kalilauge noch gelb. Diese Reaktion wurde späterhin vielfach zum Nachweis des Aldehyds angewandt. Die Bemühungen, die Natur des hierbei entstehenden Harzes zu erforschen, blieben ohne Erfolg. Liebig[3]) selbst versuchte dasselbe durch Auflösen in Alkali und Fällen mit Schwefelsäure zu reinigen und analysirte auch das erhaltene Produkt; er verkannte aber nicht, daß den erhaltenen Zahlen kein Werth beizulegen sei. Auch H. Weidenbusch[4]) gelangte zu keinem befriedigenden Ergebniß; doch sind seine Beobachtungen immerhin bemerkenswerth. Danach entsteht neben dem nichtflüchtigen Harz ein flüchtiges, goldgelbes, zimmtartig riechendes Oel, während im Rückstand sich Essigsäure und Ameisensäure an Alkali gebunden finden. Der Verfasser hat dies sehr häufig beobachtet; nur möchte er die Farbe des Oels mehr grüngelb als goldgelb nennen[5]). Auch spätere

1) Annal. Chem. Pharm. 1835. 14. 133.

2) Bezüglich der Frage nach dem Entdecker des Aldehyds vergleiche man: J. W. Döbereiner, Schweigger's Journ. 32. 269; 34. 124; 38. 327; Annal. Phys. Chemie 1832. 24. 605 und Justus Liebig, Annal. Chem. Pharm. 1832. 1. 185; 1833. 5. 25; 1835. 14. 133 und besonders die Abhandlung Liebig's: Wer ist der Entdecker des Aldehyds? Annal. Chem. Pharm. 1837. 22. 273.

3) Annal. Chem. Pharm. 1835. 14. 158.

4) Annal. Chem. Pharm. 1848. 66. 152.

5) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1888. 4. 177; Zeitschr. Spiritusindustr. 1888. 11. 333.

Versuche von Fr. Götz[1]), A. Mylius[2]), G. L. Ciamician[3]) und E. Puchot[4]) hatten kein anderes Ergebniß. Ciamician erhielt bei den verschiedensten Reaktionen (Destillation mit Zinkstaub, Oxydation durch Salpetersäure und Schmelzen mit Kali) stets Stoffe, welche der aromatischen Reihe angehören. Das Aldehydharz ist demnach ein sehr tiefgreifendes Zersetzungsprodukt des Aldehyds, welches sich ähnlich wie die Terpenharze verhält.

b) Nachweis der Aldehyde mit ammoniakalischer Silberlösung. Auch diese Reaktion ist von J. Liebig[5]) angegeben worden. Ammoniakalische Silberlösung wird durch die Aldehyde reduzirt und das reduzirte Silber als Spiegel an den Wänden des Glases niedergeschlagen. B. Tollens[6]) bemerkte, daß die Reaktion viel empfindlicher wird, wenn man der ammoniakalischen Silberlösung etwas Kaliumhydrat oder Natriumhydrat zusetzt. Zuerst[7]) empfahl er, einerseits 3 g Silbernitrat in 30 g Ammoniakflüssigkeit vom spez. Gewicht 0,923, andererseits 3 g Natriumhydrat in 30 g Wasser zu lösen und beides zu mischen; als er später[8]) erkannte, daß ein Ammoniaküberschuß der Empfindlichkeit der Reaktion schädlich ist, mischte er eine 10prozentige Silbernitratlösung mit einer 10prozentigen Natronlösung und setzte tropfenweise so lange Ammoniak zu, bis der Niederschlag soeben gelöst war. Die Reaktion tritt schon in der Kälte ein; durch Erwärmen wird sie verstärkt, doch kann dann leicht eine Silberabscheidung eintreten, ohne daß Aldehyd zugegen ist.

c) Nachweis der Aldehyde mit einer durch schweflige Säure entfärbten Fuchsinlösung. Im Jahre 1867 beobachtete H. Schiff[9]), daß eine durch schweflige Säure entfärbte Fuchsinlösung durch Aldehyde stark violettroth gefärbt wird. Im Jahre 1887 wurde dieselbe Reaktion von U. Gayon[10]) zum Nachweis der Aldehyde empfohlen, ohne daß die frühere Veröffentlichung von Schiff erwähnt wurde. Zur Darstellung der Lösung löst man 1 g Fuchsin in 1 Liter Wasser und fügt 20 ccm Natriumbisulfitlösung von 30° Bé. (spez. Gewicht = 1,2569) zu; wenn nach Verlauf einer Stunde die Entfärbung vollständig ist, werden noch 10 ccm konzentrirte Salzsäure zugesetzt. Zur Ausführung der Probe versetzt man 2 ccm Branntwein mit 1 ccm der Lösung, schüttelt um und läßt stehen; ist Aldehyd im Branntwein, so entsteht eine violettrothe Färbung, deren Intensität im geraden Verhältniß zu dem Aldehydgehalt steht.

Die Reaktion hat indeß gewisse Mängel, welche ihrer Anwendung im Wege stehen. Einerseits tritt nach Bisognerebbe[11]) die Reaktion nicht ein, wenn Gerbsäure zugegen ist. Letzteres kann man indeß in einfacher Weise umgehen, indem man den Branntwein

---

[1]) Neues Repert. d. Pharmazie 1864. 12. 145.
[2]) Chem. News 1865. 11. 148.
[3]) Ber. Wiener Akad. 1880. 82. (2. Abtheilung.) 346.
[4]) Annal. chim. phys. [6]. 1886. 9. 422 und 433.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1835. 14. 133.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1881. 14. 1950.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 1635.
[8]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 1828.
[9]) Compt. rend. 1867. 64. 482; Zeitschr. f. Chemie 1867. 3. 175.
[10]) Compt. rend. 1887. 105. 1182.
[11]) Arch. Pharm. [3]. 1889. 27. 420.

destillirt und das Destillat prüft. Andererseits geben aber auch andere Stoffe die Schiff'sche Reaktion und zu diesen gehört nach übereinstimmenden Versuchen von J. G. Schmidt[1]) und O. F. Müller[2]) auch der Aethylalkohol; derselbe giebt eine wenn auch nur schwache Violettfärbung. Geringe Mengen Aldehyd können demnach mit dieser Lösung nicht nachgewiesen werden. U. Gayon giebt zwar an, daß die nach seiner Vorschrift bereitete Lösung keine Reaktion mit aldehydfreiem Alkohol gebe, der Verfasser fand dies aber nicht bestätigt.

d) Nachweis der Aldehyde mit Diazobenzolsulfosäure. P. Ehrlich[3]) beobachtete im Jahre 1882, daß der Harn bei gewissen pathologischen Zuständen mit einer alkalischen Lösung von Diazobenzolsulfosäure eine rothviolette, fuchsinähnliche Färbung giebt. F. Penzoldt[4]) bediente sich dann dieses Verhaltens zum Nachweis von Traubenzucker und F. Penzoldt und E. Fischer[5]) zeigten, daß dies eine allgemeine Aldehydreaktion ist. Durch Zusatz eines Körnchens Natriumamalgam wird die Reaktion beschleunigt und verstärkt. Man löst krystallisirte Diazobenzolsulfosäure in 60 Theilen Wasser, versetzt die Lösung mit wenig Natronlauge und fügt die mit sehr verdünnter Natronlauge schwach alkalisch gemachte Aldehydlösung und ein Körnchen Natriumamalgam zu; nach 10 bis 20 Minuten entsteht eine rothviolette, fuchsinähnliche Farbe.

Die Reaktion mit Diazobenzolsulfosäure soll empfindlicher sein als diejenige mit fuchsinschwefliger Säure; die Spectralerscheinungen der auftretenden Färbung sind von R. J. Petri[6]) untersucht worden.

e) Nachweis der Aldehyde mit Hydroxylamin. V. Meyer[7]) fand, daß die Aldehyde sich mit Hydroxylamin zu sogenannten Aldoximen verbinden; der Acetaldehyd bildet z. B. Acetaldoxim:

$$CH_3\text{-}CHO + NH_2OH = CH_3\text{-}CH = NOH + H_2O.$$

Von E. Nägeli[8]) ist dieses Verhalten zum Nachweis der Aldehyde empfohlen worden; für die gesättigten Aldehyde der Fettreihe ist es aber weniger geeignet, da die entstehenden Aldoxime nichtkrystallisirende Oele sind.

f) Nachweis der Aldehyde mit Phenylhydrazin. Auch mit Phenylhydrazin geben die Aldehyde Condensationsprodukte nach der Gleichung:

$$C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH_2 + R\text{-}CHO = C_6H_5\text{-}NH\text{-}N = CH\text{-}R + H_2O.$$

Auch dieses von Emil Fischer[9]) zum Nachweis der Aldehyde vorgeschlagene Verhalten eignet sich wegen der öligen, unkrystallinischen Beschaffenheit der entstehenden Verbindungen weniger für die gesättigten Aldehyde der Fettreihe.

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1881. 14. 1848.
[2]) Zeitschr. angewandte Chemie 1890. 684.
[3]) Zeitschr. klin. Medizin 1882. 5. 285.
[4]) Berl. klin. Wochenschr. 1883. 20. 201.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. 16. 657.
[6]) Zeitschr. physiol. Chemie 1883/84. 8. 291.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 1526.
[8]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1884. 17. 494.
[9]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1884. 17. 572.

Sowohl diese wie die vorhergehende Reaktion wird von Aldehyden und Ketonen gegeben. Um diese von einander zu unterscheiden, lösen Michael und Ryder[1]) 1 Theil Resorcin in 2 Theilen absoluten Alkohols und fügen eine kleine Menge der zu untersuchenden Substanz und etwas konzentrirte Salzsäure hinzu. Scheidet sich hierbei kein harziger Körper aus, so wird die Lösung nach mehrstündigem Stehen in Wasser gegossen; ist Aldehyd vorhanden, so scheiden sich Krystalle oder ein Harz ab.

g) Nachweis der Aldehyde mit Meta-Phenylendiaminchlorhydrat. Dieses Verfahren wurde von W. Windisch[2]) angegeben. Versetzt man eine aldehydhaltige Flüssigkeit mit Meta-Phenylendiaminchlorhydrat, so färbt sich dieselbe alsbald gelb bis gelbroth und nach einigem Stehen entwickelt sich eine prachtvolle grüne Fluorescenz, die beliebig lange bestehen bleibt. Die grüne Fluorescenz ist für die Aldehyde charakteristisch. Zwei Jahre später wurde dasselbe Verfahren von Ch. Girard und X. Rocques[3]) ohne Erwähnung Windisch's als neu angegeben.

Bezüglich der Vorgeschichte und des Chemismus der Reaktion ist folgendes zu bemerken. A. Ladenburg[4]) hatte das Verhalten der aromatischen Diamine gegen Aldehyde untersucht und gefunden, daß die Ortho-Diamine sich hierbei ganz anders verhalten als die Meta- und Para-Diamine; die Chlorhydrate der ersteren geben nämlich beim Erwärmen mit Aldehyden unter Abspaltung von Salzsäure Basen, diejenigen der letzteren nicht. Schon 1866 hatte H. Schiff[5]) beobachtet, daß Meta-Toluylendiamin mit Oenanthol eine fluorescirende Verbindung giebt. Als H. Schiff und A. Vanni[6]) dann die Einwirkung der aliphatischen Aldehyde auf Meta-Phenylendiamin untersuchten, gelang es ihnen, die fluorescirenden Verbindungen, welche der Aldehydreaktion von Windisch zu Grunde liegen, zu isoliren. Bei der Verbindung des Acetaldehyds mit Meta-Phenylendiamin war es allerdings mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft; ihre Zusammensetzung ist $C_{14} H_{16} N_2$ und ihre Bildung durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$C_6 H_8 N_2 + 4 C_2 H_4 O = C_{14} H_{16} N_2 + 4 H_2O.$$

h) Nachweis der Aldehyde mit alkalischer Kalium-Quecksilberjodidlösung. Auch dieses Verfahren rührt von W. Windisch[7]) her. Versetzt man eine aldehydhaltige Flüssigkeit mit alkalischer Kalium-Quecksilberjodidlösung (Neßler'schem Reagens), so entsteht augenblicklich ein Niederschlag, der bei sehr geringen Mengen Aldehyd hellgelb, bei steigendem Aldehydgehalt rothgelb, orange und schließlich grau wird. Der Vorgang ist als eine Reduktion des Quecksilberoxydsalzes durch den Aldehyd aufzufassen; das Verfahren ist daher der Silbernitratprobe analog. Auch diese Reaktion wurde noch ein zweites Mal „entdeckt", und zwar von L. Crismer[8]), der sie später

1) Amer. Chem. Journ. 1888. 9. 134.
2) Zeitschr. Spiritusindustr. [2]. 1886. 9. 519.
3) Compt. rend. 1888. 107. 1158; Bull. soc. chim. [3]. 1889. 1. 85.
4) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1878. 11. 600.
5) Annal. Chem. Pharm. 1866. 140. 97; 1871. 159. 64.
6) Annal. Chem. Pharm. 1889. 253. 319.
7) Zeitschr. Spiritusindustr. [2]. 1887. 10. 89.
8) Annal. de la soc. méd.-chir. de Liège 1889. 85; Schweiz. Wochenschr. Pharm. 1889. 27. 239 und 251.

ohne Erwähnung Windisch's als neu mittheilte. Sie ist die empfindlichste von allen Aldehydreaktionen.

i) Nachweis des Furfurols. Das Furfurol giebt alle im Vorstehenden angeführten Reaktionen; diejenigen mit Hydroxylamin und Phenylhydrazin sind beim Furfurol viel charakteristischer als bei den gesättigten Aldehyden, weil hier die entstehenden Verbindungen krystallisiren. Namentlich gilt dies von der Phenylhydrazinprobe, welche deshalb von Emil Fischer[1]) besonders zum Nachweis des Furfurols empfohlen wurde. Man löst 1 Theil salzsaures Phenylhydrazin und $1^1/_2$ Theile essigsaures Natron in 8 bis 10 Theilen Wasser und setzt zu der auf Furfurol zu prüfenden Flüssigkeit in der Kälte einen Ueberschuß dieser Lösung. Ist Furfurol vorhanden, so entsteht ein gelbes, allmählich erstarrendes Oel. Man filtrirt, löst in Aether und fällt mit Ligroin das entstandene Condensationsprodukt Phenylfurfurazid $C_6 H_5 N_2 H - C_5 H_4 O$ aus; dasselbe schmilzt bei 97 bis 98°. Eine wässerige Furfurollösung 1 : 10000 giebt noch deutliche Krystallisation, die auch mit einem Tropfen Flüssigkeit leicht unter dem Mikroskop verfolgt werden kann.

Für das Furfurol allein ist die rothe Farbenreaktion charakteristisch, die es mit Anilin und Salzsäure giebt. Bereits im Jahre 1850 beobachtete J. Stenhouse[2]), daß beim Vermischen von Anilin und Furfurol eine tiefrothe Farbe entsteht, er konnte den Farbstoff aber nicht in krystallisirtem Zustand erhalten; auch J. Persoz[3]) gelang dies nicht. Später wandte J. Stenhouse[4]) an Stelle des Anilins dessen Salze an und erhielt nun Krystalle der Salze des Furfuranilins, die sich mit tiefrother Farbe in Wasser lösen; das salzsaure Furfuranilin hat die Zusammensetzung $C_{17} H_{18} N_2 O_2 - HCl$. Auch Toluidin giebt, wie Stenhouse fand, eine rothe Verbindung mit Furfurol.

Später untersuchte H. Schiff[5]) die Verbindungen des Furfurols mit aromatischen Basen näher und fand die Angaben von Stenhouse bestätigt. Auch andere Basen, wie Xylidin und Diphenylamin, sowie Dimethylanilin (O. Fischer[6])) geben mit Furfurol Verbindungen, deren Salze mit tiefrother Farbe löslich sind; auch viele aromatische Amidosäuren verhalten sich ebenso. Zum Nachweis des Furfurols schlug H. Schiff[7]) Xylidin und Essigsäure anstatt Anilin und Salzsäure vor, weil das essigsaure Salz des Furoxylidins $C_4 H_3 OCH (C_8 H_8 NH_2)_2 - C_2 H_4 O_2$ intensiver gefärbt ist als das salzsaure Furfuranilin. Dabei ist aber zu beachten, daß der Eisessig häufig selbst Furfurol enthält, wie V. Meyer[8]) fand und der Verfasser bestätigen kann. Damit die Reaktion sehr scharf ausfalle, muß die Base im Ueberschuß vorhanden sein; der Verfasser verwendet entweder 3 Tropfen Anilin und 1 Tropfen konzentrirte Salzsäure oder 10 Tropfen Anilin und 3 Tropfen Salzsäure. Das angewandte Anilin soll farblos sein.

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1884. 17. 572.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1850, 74. 282.
[3]) Réport. chim. appliquée 1860. 2. 220.
[4]) Proceed. Royal Soc. London 1870. 18. 537; Annal. Chem. Pharm. 1870. 156. 197.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1880. 201. 355; 1887. 239. 349; Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1886. 19. 847.
[6]) Annal. Chem. Pharm. 1880. 206. 141.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1887. 20. 540.
[8]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1878. 11. 1870.

Weiter kann man zum Nachweis des Furfurols eine Reihe von Farbenreaktionen benutzen, welche dasselbe zusammen mit anderen Stoffen nach Zusatz von Schwefelsäure giebt. Im Jahre 1844 fand M. Pettenkofer[1]), daß Gallensäure mit konzentrirter Schwefelsäure und wenig Zuckerlösung eine violette Färbung giebt. Diese Pettenkofer'sche Gallenfarbstoffreaktion ist sehr häufig angewandt worden. Im Jahre 1887 zeigte F. Mylius[2]), daß bei dieser Reaktion das durch Einwirkung der Schwefelsäure auf den Zucker entstehende Furfurol mit der Cholsäure der Galle die Färbung giebt. Aehnliche Reaktionen wie Cholsäure geben auch andere Stoffe, z. B. Isobutylalkohol, tertiärer Butylalkohol, Gährungsamylalkohol und Dimethylaethylcarbinol mit Furfurol und Schwefelsäure.

Bald darauf beschäftigte sich L. von Udránszky[3]) eingehend mit dieser Furfurolreaktion und schlug zwei Verfahren zum Nachweis des Furfurols vor. 1. Man fügt zu der auf Furfurol zu prüfenden Flüssigkeit einen Tropfen reinen Amylalkohols und schichtet konzentrirte Schwefelsäure darunter; ist Furfurol vorhanden, so entsteht an der Berührungsstelle ein violetter Ring. 2. Man fügt zu der Flüssigkeit einige Tropfen einer alkoholischen Lösung von α-Naphtol und schichtet konzentrirte Schwefelsäure darunter; ein rother Ring an der Berührungsfläche zeigt Furfurol an. Schüttelt man um, so ist die ganze Flüssigkeit roth gefärbt und zeigt ein im grünen Theile des Spektrums liegendes, scharf begrenztes Absorptionsband. Die Zuckerreaktion von H. Molisch[4]) mit α-Naphtol und Schwefelsäure ist nichts anderes als die beschriebene Furfurolreaktion.

2. Nachweis der freien Säuren.

Die niederen Fettsäuren geben sich durch die Reaktion mit blauem Lackmuspapier zu erkennen; sind dagegen nur höhere Fettsäuren, z. B. Pelargonsäure und Kaprinsäure, in Branntweinen oder Fuselölen enthalten, so ist die Lackmusreaktion vielfach zweifelhaft. Man versetzt daher eine bestimmte Menge des Branntweins mit Phenolphtaleïn, titrirt mit $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge und destillirt den Alkohol ab. Im Rückstand bleiben die Kalisalze der freien Fettsäuren. Dieselben werden mit Schwefelsäure oder Phosphorsäure zerlegt und mit Wasserdämpfen destillirt. Das wässerige Destillat reagirt deutlich sauer, wenn auch nur geringe Mengen von freien Fettsäuren vorhanden waren. Die höheren Fettsäuren geben sich hierbei ebenfalls zu erkennen: sie schwimmen als Oeltröpfchen oder Fettflitterchen auf dem wässerigen Destillat. Spuren höherer Fettsäuren beobachtet man am besten im Kühler; wo die Wasserdämpfe sich kondensiren, bilden die höheren Fettsäuren ein sehr dünnes, zusammenhängendes Fetthäutchen, das von dem nachfließenden Wasser bruchstückweise in die Vorlage befördert wird.

3. Nachweis der Ester.

Die von den Kalisalzen der freien Fettsäuren abdestillirte Flüssigkeit, welche die Ester, die Alkohole und die Basen des Branntweins enthält, wird mit einem geringen Ueberschuß von Kalilauge versetzt und am Rückflußkühler $^1/_2$ Stunde gekocht; dadurch

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1844. 52. 92.
[2]) Zeitschr. physiol. Chemie 1887. 11. 492.
[3]) Zeitschr. physiol. Chemie 1888. 12. 355 und 375; 1889. 13. 248.
[4]) Monatshefte f. Chemie 1886. 7. 198.

werden die Ester verseift, die Alkohole der Ester werden frei und die Estersäuren an Kali gebunden. Man destillirt ab und hat die Estersäuren im Rückstand. Man säuert dann an, destillirt mit Wasserdämpfen und verfährt wie bei den freien Säuren.

4. Nachweis der Basen.

Die von den Kalisalzen der Estersäuren abdestillirte Flüssigkeit, welche die Basen und Alkohole des Branntweins enthält, wird mit Schwefelsäure angesäuert und destillirt; die Alkohole finden sich im Destillat, die Basen im Rückstand. Der letztere wird stark eingedampft, mit konzentrirter Schwefelsäure versetzt und längere Zeit bis zum Siedepunkt der Schwefelsäure erhitzt. Die Basen werden hierbei in Ammoniak umgewandelt, das an die Schwefelsäure gebunden bleibt. Man übersättigt mit Kalilauge, destillirt, fängt das Destillat in verdünnter Salzsäure auf und weist in gewöhnlicher Weise das Ammoniak nach (mit Neßler'schem Reagens oder durch Nebelbildung mit Salzsäuredampf).

5. Nachweis der höheren Alkohole.

Die von den schwefelsauren Salzen der Basen abdestillirte Flüssigkeit, welche die höheren Alkohole des Branntweins enthält, wird mit Wasser auf 15 bis 20 Prozent Alkohol verdünnt, mehrmals mit Chloroform ausgeschüttelt und die Chloroformauszüge bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet. Die höheren Alkohole bleiben in Form von in Wasser unlöslichen Oeltröpfchen zurück und werden durch den charakteristischen Geruch erkannt.

Da die höheren Alkohole zum größten Theil aus Amylalkohol bestehen, kann man mit dem Rückstand noch folgende Proben vornehmen: 1. Man bringt einen Theil des Rückstands mit wenig Wasser in ein Probirröhrchen, versetzt mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und soviel Kaliumpermanganatlösung, daß die rothe Farbe des Gemisches nach eintägigem Stehen noch beständig ist, und verkorkt das Gläschen. Verschwindet die rothe Farbe vorher, so giebt man noch mehr Kaliumpermanganat zu. Letzteres oxydirt den Amylalkohol und es entstehen der Reihe nach Valeraldehyd, Baldriansäure-Amylester und zuletzt Baldriansäure. Der Geruch der letzteren ist so charakteristisch und empfindlich, daß er nicht zu verkennen ist[1]).

2. Man fügt zu dem Verdunstungsrückstand etwa die vierfache Menge einer durch Salzsäure grün gefärbten, stark verdünnten Methylviolettlösung. Amylalkohol entzieht dieser Lösung den Farbstoff in seiner ursprünglichen Farbe, also violett. Ist daher in dem Rückstand Amylalkohol enthalten, so färben sich die Tröpfchen des Rückstandes deutlich violett und heben sich von der hellgrünen unteren Schicht sehr wirkungsvoll ab. Isobutylalkohol giebt dieselbe Reaktion, doch ist der Farbenton nicht so rein violett, wie beim Amylalkohol, sondern mehr zum Blauvioletten hinneigend[2]).

---

[1]) L. Marquardt, Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 1665; K. Windisch, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1889. 5. 374.

[2]) J. Uffelmann, Arch. Hyg. 1886. 4. 229; K. Windisch, Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1889. 5. 381.

Quantitative Bestimmung der in den Branntweinen enthaltenen Verunreinigungen.

Die Menge der in den Branntweinen vorkommenden Verunreinigungen ist verhältnißmäßig nicht groß; auf 1000 Theile Aethylalkohol kommen in den Rohbranntweinen meist 1,5 bis 4 Theile der Verunreinigungen, selten mehr. Zu einer eingehenden Untersuchung der letzteren muß daher eine sehr große Menge Branntwein genommen werden, wenn man auf ein befriedigendes Ergebniß rechnen will.

Sehr zu Statten kommt es deshalb, daß gewisse Branntweine in der Technik gereinigt und auf unvermischten Aethylalkohol verarbeitet werden. Hierzu gehören der Kartoffelbranntwein, der Rübenbranntwein, der Melassenbranntwein und der Maisbranntwein; doch werden auch Kornbranntwein, Hefen- und Tresterbranntwein und andere mitunter, jedoch seltener, gereinigt. Letzteres geschieht zur Zeit fast ausschließlich durch Rektifikation des Branntweins. Mit Hilfe großer Rektifikationsapparate, deren Wirkung eine bewunderungswürdige ist, gelingt es, die Verunreinigungen der Branntweine in den ersten und den letzten Theilen des Destillats, dem sogenannten Vorlauf und Nachlauf, zu konzentriren; die mittleren Theile des Destillats bestehen aus reinem Aethylalkohol, gemischt mit wenigen Prozenten Wasser.

Bei der Untersuchung der Verunreinigungen dieser Branntweine bedient man sich naturgemäß vortheilhaft des in der Technik dargestellten konzentrirten Vor- und Nachlaufs; denn was dazwischen liegt ist reiner Aethylalkohol. In diesem Falle kann man die Verunreinigungen aus einer sehr großen Menge Branntwein der Analyse unterziehen.

Anders verhält es sich bei den sogenannten Qualitätsbranntweinen, wie Cognak, Rum, Arak, Kirschbranntwein, Zwetschenbranntwein u. s. w. Diese werden nicht gereinigt, denn ihr größerer Werth gegenüber den anderen Branntweinen liegt gerade in den Verunreinigungen. Hier muß man eine große Menge des ganzen Branntweins in Arbeit nehmen, wodurch die Untersuchung erheblich erschwert wird. Man behandelt diese Branntweine zweckmäßig in derselben Weise, wie es in der Technik mit den sogenannten Industriebranntweinen geschieht: Man zerlegt dieselben durch geeignete Destillation in Vorlauf, reinen Aethylalkohol und Nachlauf und untersucht den Vor- und Nachlauf gesondert.

Auch bei der quantitativen Bestimmung der Bestandtheile der Branntweine geht man in der Weise vor, daß man zunächst alle zu einer Körperklasse gehörenden Stoffe zusammen abscheidet und dann die einzelnen Glieder der Körperklasse von einander trennt.

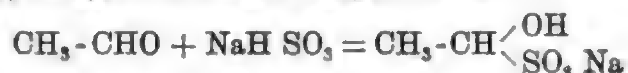
Abscheidung der in den Branntweinen enthaltenen Körperklassen.

1. Abscheidung der Aldehyde.

a) Abscheidung der Aldehyde mit Alkalibisulfiten. Wie zuerst C. Bertagnini[1]) beobachtete, verbinden sich die Aldehyde mit Alkalibisulfiten zu krystallisirenden

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1853. 85. 179 und 268.

Verbindungen: Acetaldehyd bildet z. B. mit Natriumbisulfit eine Verbindung, die als Natriumsalz der Aethylidenhydrinsulfosäure aufzufassen ist:

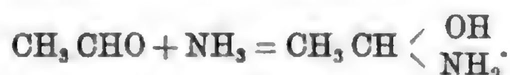


$$CH_3\text{-}CHO + NaH\,SO_3 = CH_3\text{-}CH\langle{OH \atop SO_3\,Na}$$

Man schüttelt den Branntwein kräftig mit einer konzentrirten Lösung von Natriumbisulfit und destillirt. Im Rückstand bleiben die Verbindungen der Aldehyde mit Natriumbisulfit. Derselbe wird mit Natriumcarbonatlösung schwach alkalisch gemacht und wieder destillirt. Hierbei gehen die durch die Sodalösung freigemachten Aldehyde über.

Dieses Verfahren scheint nur selten zur Abscheidung der Aldehyde der Branntweine angewandt worden zu sein. Der einzige in Branntweinen in größerer Menge vorkommende Aldehyd, der Acetaldehyd, hat einen so niedrigen Siedepunkt (21°), daß man zu seiner Abscheidung meist sich der fraktionirten Destillation bedient hat. Zur Abscheidung des Furfurols ist das Verfahren dagegen von K. Förster[1]) mit Erfolg angewandt worden und dürfte es gerade für diesen Aldehyd empfohlen werden, da derselbe in Folge seines bei 161° liegenden Siedepunkts bei der fraktionirten Destillation der höher siedenden Bestandtheile der Branntweine erhebliche Schwierigkeiten verursachen würde.

b) Abscheidung der Aldehyde mit Ammoniak. Dieses Verfahren beruht auf der Thatsache, daß die Aldehyde mit Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur krystallinische Verbindungen eingehen, die in Aether sehr schwer löslich sind. Acetaldehyd bildet z. B. Acetaldehydammoniak:



$$CH_3\,CHO + NH_3 = CH_3\,CH\langle{OH \atop NH_2}.$$

J. W. Döbereiner fand zuerst, daß sich unter den Oxydationsprodukten des Alkohols ein Stoff befindet, der mit Ammoniak eine in Aether unlösliche, krystallisirte Verbindung giebt, und J. Liebig[2]) zeigte, daß dem Aldehyd diese Eigenschaft zukommt.

Auch dieses Verfahren ist weniger zur direkten Abscheidung der Aldehyde aus dem Branntwein angewandt worden als vielmehr zur Reindarstellung der Aldehyde aus einem Vorlauf, der durch vielfache fraktionirte Destillation sehr stark an Aldehyden angereichert war. Man löst diesen aldehydreichen Vorlauf in Aether und leitet Ammoniakgas ein. Die ausgeschiedenen Krystalle werden abfiltrirt, getrocknet und mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Dadurch werden die Aldehydammoniake in ihre Bestandtheile zerlegt, das Ammoniak bleibt an Schwefelsäure gebunden im Rückstand und die Aldehyde destilliren über.

2. Abscheidung der freien Säuren.

Freie Säuren finden sich sowohl im Vorlauf als auch im Nachlauf. Zur Abscheidung der freien Säuren im Vorlauf versetzt man letzteren mit Phenolphtaleïn, neutralisirt die Säuren mit einer Alkalilösung und destillirt; im Rückstand bleiben die Al-

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 230.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1835. 14. 133.

kalisalze der freien Säuren, aus denen die einzelnen Säuren nach den späteren Verfahren abgeschieden werden.

Im Nachlauf finden sich vorzugsweise die höheren Fettsäuren von der sechsten bis zehnten Reihe. Zu ihrer Abscheidung schüttelt man den Nachlauf mehrmals tüchtig mit Potaschelösung durch und läßt letztere mit Hilfe eines Scheidetrichters ab. Durch die Potasche werden die freien Säuren neutralisirt und die Kalisalze derselben gehen in die untere wässerige Schicht. Dieselbe nimmt gleichzeitig eine geringe Menge der höheren Alkohole des Nachlaufs auf. Zur Abscheidung derselben wird destillirt und das Destillat mit Potasche gesättigt; die höheren Alkohole bilden dann eine ölige obere Schicht, welche abgehoben und mit dem übrigen, von Säuren befreiten Nachlauf vereinigt wird. In der rückständigen Potaschelösung sind sämmtliche freie Säuren des Nachlaufs als Kalisalze enthalten.

3. Abscheidung der Säureester.

Das einzige Mittel, die Ester als solche abzuscheiden, bildet die fraktionirte Destillation. Da, wie alsbald mitgetheilt werden wird, auch die höheren Alkohole der Branntweine nur durch fraktionirte Destillation getrennt werden können, so würde, wenn auch noch die Ester anwesend sind, ein so komplizirtes Gemisch zu fraktioniren sein, daß die Arbeit eine weitaus mühseligere und zeitraubendere werden würde. Deshalb ist es vortheilhaft, die Ester vorher zu entfernen. Dies kann dadurch geschehen, daß man dieselben verseift. Man erhält dabei die Alkohole der Ester, welche bei der Destillation mit den höheren Alkoholen des Nachlaufs übergehen, und die Estersäuren, welche an Kali gebunden zurückbleiben. Letztere kann man nach den später zu beschreibenden Methoden trennen.

Kennt man die Natur der Estersäuren, so ist auch die Art der Ester selbst gegeben, da dieselben als Alkoholradikale erfahrungsgemäß fast ausschließlich Aethylalkohol und Amylalkohol haben.

Zur Verseifung der Ester versetzt man die von den Kalisalzen der freien Säuren abdestillirte Flüssigkeit mit Kalilauge, kocht 1 Stunde am Rückflußkühler und destillirt. Im Rückstand verbleiben die Kalisalze der Estersäuren.

4. Abscheidung der Basen.

Man versetzt die von den Kalisalzen der Estersäuren abdestillirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure und destillirt; im Rückstand bleiben die schwefelsauren Salze der Basen.

5. Abscheidung der höheren Alkohole.

Das Destillat von 4. enthält die höheren Alkohole und daneben noch andere Stoffe, welche weder saure noch basische Eigenschaften haben und daher weder mit Kali noch mit Schwefelsäure nichtflüchtige Verbindungen eingehen. Die Trennung dieser Stoffe kann nur durch fraktionirte Destillation bewirkt werden.

Trennung der Glieder derselben Körperklasse.

Nachdem die einzelnen in den Branntweinen enthaltenen Körperklassen abgeschieden sind, hat man die derselben Körperklasse angehörenden Stoffe von einander zu trennen.

Nur für die Säuren kann dies auf chemischem Wege geschehen; bei den übrigen Stoffen ist man auf die fraktionirte Destillation angewiesen, welche zunächst besprochen werden soll.

1. Die fraktionirte Destillation.

Eine Darstellung der Theorie der fraktionirten Destillation, wie sie von L. Dossios[1]) und J. A. Wanklyn[2]) gegeben worden ist, würde an diesem Orte zu weit führen: hier sollen nur die Thatsachen mitgetheilt werden, welche bei der fraktionirten Destillation der Branntweine eine Rolle spielen.

Was die Destillation eines Gemisches von Flüssigkeiten anlangt, welche in jedem Verhältniß mit einander mischbar sind, so liegen hier die Thatsachen weniger klar und einfach, als bei der Destillation nicht mischbarer Flüssigkeiten, weil die Adhäsion der verschiedenen Flüssigkeiten und die gegenseitige Einwirkung von Bedeutung sind. Wie M. Berthelot[3]) und J. A. Wanklyn[4]) fast gleichzeitig fanden, erhält man bei der Destillation gleicher Gewichtsmengen zweier sich gegenseitig lösender Flüssigkeiten, die überdestillirte Menge eines jeden Bestandtheils durch Multiplikation der Spannung seines Dampfes bei dem Siedepunkt der Mischung mit dem Gasvolumgewicht. Hat daher ein schwerflüchtiger Stoff ein hohes Gasvolumgewicht, so kann er aus einem Gemisch rascher destilliren, als der leichtflüchtige Bestandtheil mit kleinem Gasvolumgewicht. Ferner giebt es Gemische verschiedener gegenseitig löslicher Stoffe, welche sich bei der Destillation wie eine gleichförmige Flüssigkeit verhalten; die Bedingungen, unter denen dieser letztere Fall eintritt, sind von M. Berthelot[3]) und besonders von D. Konowalow[5]) festgestellt worden. Häufig ist hierbei der Siedepunkt des konstant siedenden Gemisches niedriger als derjenige des flüchtigsten Bestandtheils.

Viele Beispiele sind hierfür bekannt. Aus hochprozentigem Alkohol destillirt nach E. Soubeiran[6]) zunächst ein Theil des schwerer flüchtigen Wassers über. J. A. Wanklyn[4]) fand, daß aus einem Gemisch von Methylalkohol (Sdp. 66°) und Aethyljodid (Sdp. 72°) in das erste Drittel des Destillats mehr Aethyljodid als Methylalkohol geht. C. E. Starling[7]) beobachtete, daß aus einem Gemisch von 2 Gewichtstheilen Kohlenstofftetrachlorid (Sdp 76,6°) und Methylalkohol (Sdp. 66°) zuerst sehr reichlich das erstere übergeht und zuletzt reiner Methylalkohol im Rückstand bleibt.

Konstant siedende Mischungen zweier sich gegenseitig lösender Flüssigkeiten sind vielfach beobachtet worden. Einige derselben mögen hier aufgeführt werden. J. Dalton[8]): Salpetersäure und Wasser; A. Bineau[9]), H. E. Roscoe[10]), H. E. Roscoe und W. Dittmar[11]): Chlorwasserstoffsäure und Wasser, Bromwasser-

---

[1]) Vierteljahrsschr. d. Züricher naturforschenden Gesellschaft 1867. Bd. 13.
[2]) Phil. Mag. [4]. 1878. 45. 129.
[3]) Compt. rend. 1863. 57. 430; Annal. Chem. Pharm. 1863. 128. 321.
[4]) Proceed. Royal Soc. London 1863. 12. 534; Annal. Chem. Pharm. 1863. 128. 328.
[5]) Annal. Phys. Chemie [2]. 1881. 14. 34.
[6]) Annal. Chem. Pharm. 1839. 30. 360.
[7]) Journ. Chem. Soc. 1879. 35. 544.
[8]) Berzelius' Jahresber. 1832. 11. 71.
[9]) Annal. chim. phys. [3]. 1843. 7. 257.
[10]) Annal. Chem. Pharm. 1859. 112. 327; 1860. 116. 203.
[11]) Journ. Chem. Soc. 1860. 12. 128.

stoffsäure und Wasser, Jodwasserstoffsäure und Wasser; Vincent und Delachanal[1]): Acetonitril mit Methylalkohol und mit Aethylalkohol; J. A. Le Bel[2]): Gemisch von 97 pCt. Aethylalkohol und 3 pCt. Wasser; G. Chancel[3]), J. Pierre und E. Puchot[4]): Propylalkohol und Wasser ($C_3H_8O + H_2O$ bezw. $C_3H_8O + 1^1/_3 H_2O$); A. Butlerow[5]): tertiärer Butylalkohol und Wasser ($2 C_4H_{10}O + H_2O$; Siedepunkt 80°); D. Konowalow[6]): Allylalkohol und Wasser ($C_3H_6O + H_2O$; Siedepunkt 87°); M. Berthelot[7]): Gemisch von 91 pCt. Schwefelkohlenstoff und 9 pCt. Aethylalkohol; T. E. Thorpe[8]): Kohlenstofftetrachlorid und Methylalkohol (gleiche Volume, Siedepunkt 55,8°); P. Wulf[9]): Aethylalkohol und Toluol; A. Bauer[10]): Aethylenbromid und Propylenbromid.

Gemenge zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten, welche zwei getrennte Schichten bilden, haben nach D. Konowalow[11]) fast stets einen konstanten Siedepunkt, der niedriger liegt als derjenige des flüchtigsten Bestandtheils. So beobachtete A. Kundt[12]), daß ein Gemenge von Schwefelkohlenstoff (Siedepunkt 47°) und Wasser (Siedepunkt 100°) konstant bei 42,6° siedet. Sehr eingehend sind diese Verhältnisse von A. Naumann[13]) geprüft worden, der auch zu den einfachen Gesetzmäßigkeiten gelangte, welche schon M. Berthelot[7]) und J. A. Wanklyn[14]) angekündigt hatten. Gemenge zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten, welche einen konstanten Siedepunkt haben, destilliren häufig in der Weise, daß das Verhältniß der Volume der beiden Bestandtheile im Destillat während des ganzen Verlaufs der Destillation gleich bleibt:

Art des Gemenges	Siedepunkt	Verhältniß der Bestandtheile im Destillat	Beobachter
Isoamylalkohol und Wasser . . .	96°	3 Vol. $C_5H_{12}O$: 2 Vol. H_2O	J. Pierre und E. Puchot[15]).
Isobutylalkohol und Wasser . . .	90,5°	5 Vol. $C_4H_{10}O$: 1 Vol. H_2O	
Isobutyljodid und Wasser	96°	79 Vol. C_4H_9J : 21 Vol. H_2O	
Baldriansäure-Amyläther und Wasser	100°	7 Vol. $C_{10}H_{20}O_2$: 13 Vol. H_2O	
Normalbutylalkohol und Wasser .	93°	2 Vol. $C_4H_{10}O$: 1 Vol. H_2O	A. Fitz[16]).

Da in den Fuselölen, welche in der Technik abgeschieden werden, stets erhebliche Mengen Wasser enthalten sind, so spielen gerade die letzteren Verhältnisse eine bedeutende Rolle bei der Destillation der Fuselöle. Welche Irrthümer bei der Destillation wasserhaltiger Fuselöle möglich sind, haben zuerst J. Pierre und E. Puchot[15]) an der Hand

[1]) Annal. chim. phys. [3]. 1847. 20. 207.
[2]) Compt. rend. 1879. 88. 912.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1844. 51. 298.
[4]) Annal. chim. phys. [4]. 1872. 25. 236.
[5]) Journ. russ. chem. Gesellschaft 1871. 3. 155.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1884. 17. 1531.
[7]) Compt. rend. 1863. 57. 430; Annal. Chem. Pharm. 1863. 128. 321.
[8]) Journ. Chem. Soc. 1879. 35. 544.
[9]) Inaugural-Differt. Berlin 1885; Jahresber. Fortschr. Chemie für 1885. 159.
[10]) Annal. Chem. Pharm. 1861/62. Supplementband 1. 250.
[11]) Annal. Phys. Chemie [2]. 1881. 14. 224.
[12]) Annal. Phys. Chemie 1870. 140. 489.
[13]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1877. 10. 1421, 1819, 2014 und 2099.
[14]) Proceed. Royal Soc. London 1863. 12. 534; Annal. Chem. Pharm. 1863. 128. 328.
[15]) Annal. chim. phys. [4]. 1871. 22. 234; Annal. Chem. Pharm. 1872. 163. 253; Compt. rend. 1871. 73. 599 und 778; 1872. 74. 224.
[16]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1878. 11. 42.

ihrer Erfahrungen auseinandergesetzt; man hat daher das Fuselöl vor der Destillation sorgfältig zu entwässern.

Nach dem Gesagten ist es leicht verständlich, daß die Trennung homologer Verbindungen durch Destillation mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist; so lange man nur aus Retorten destillirte, war sie geradezu als unmöglich zu bezeichnen. Der weitere Fortschritt der Wissenschaft hat indeß Mittel kennen gelehrt, welche die Arbeit beim Fraktioniren von Flüssigkeitsgemischen erheblich vereinfachen. Da man es nicht verhindern kann, daß schon bei niedriger Temperatur auch die schwerer flüchtigen Bestandtheile theilweise in Dampfform übergeführt werden, ist man bemüht, die Dämpfe der höher siedenden Bestandtheile wieder zu kondensiren, ehe sie gemeinsam mit den Dämpfen der leichter flüchtigen Stoffe in den Kühler gelangen. Man erreicht dies dadurch, daß man die entwickelten Dämpfe hinreichend abkühlt, wodurch der Dampf der höher siedenden Stoffe sich kondensirt und in flüssiger Form wieder zurückfließt.

Ein bedeutender Fortschritt war es bereits, als man bei der Destillation von der Retorte zu dem Kolben überging, der durch ein einfaches gebogenes Rohr mit dem Kühler in Verbindung stand. Die Wand des Kolbens, welche eine viel größere Oberfläche als die Retorte hat, wirkt bereits kräftig dephlegmirend auf den entwickelten Dampf ein. Noch mehr geschieht dies, wenn man auf den Kolben eine senkrecht stehende Röhre von großer Oberfläche setzt und diese erst mit dem Kühler verbindet. Derartige Aufsätze zur fraktionirten Destillation sind in großer Zahl beschrieben worden.

Zuerst scheint eine derartige Vorrichtung von A. Wurtz[1]) angewandt worden zu sein. Er bediente sich eines Kugelaufsatzes mit zwei Kugeln; mit dieser einfachen Vorrichtung gelang es Wurtz, aus dem Fuselöl den Isobutylalkohol abzuscheiden.

C. M. Warren[2]) erreicht die Scheidung der Dämpfe durch bloße Dephlegmation. Er leitet die Dämpfe zunächst in ein Schlangenrohr, das sich in einem Kühlgefäß von passender Temperatur befindet, und dann erst in den eigentlichen Kühler. Handelt es sich z. B. um die Trennung von Isobutylalkohol (Sdp. 108°) und Amylalkohol (Sdp. 131°), so wird der Vorkühler mit Oel gefüllt und auf 108° erwärmt; ein großer Theil der schwerer flüchtigen Dämpfe kondensirt sich dann und fließt zurück. J. Pierre und E. Puchot[3]) haben dieses Verfahren mit gutem Erfolg angewandt.

Zur Erhöhung der dephlegmirenden Kraft brachte E. Linnemann[4]) in dem Wurtz'schen Kugelapparat eine Anzahl fingerhutartiger Näpfchen aus Platindrahtnetz an. Es sammelt sich in Folge dessen über den Näpfchen und in der Kugel eine erhebliche Menge kondensirter Flüssigkeit, durch welche der nachfolgende Dampf streichen muß; letzterer wird also gleichsam durch die Flüssigkeit gewaschen. Die Linnemann'sche Vorrichtung hatte den Uebelstand, den Linnemann freilich als besonderen Vorzug hervorhob, daß die oberhalb der Platindrahtnäpfchen kondensirte Flüssigkeit nicht von selbst abfloß; man mußte daher die Destillation zeitweise unterbrechen, um die kon-

---

[1]) Annal. chim. phys. [3]. 1854. 42. 129; Annal. Chem. Pharm. 1855. 93. 107.

[2]) Amer. Journ. of Science and Arts 1865. 39. 327; Annal. Chem. Pharm. 1865. 66. Supplementband 4. 51.

[3]) Annal. chim. phys. [4]. 1871. 22. 234; Annal. Chem. Pharm. 1872. 163. 253.

[4]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 195.

densirte Flüssigkeit zurückfließen zu lassen. A. Belohoubek[1]) vermied dies dadurch, daß er durch die Mitte der Näpfchen ein Röhrchen führte, das über dem obersten Näpfchen trichterförmig erweitert war und bis unter das unterste Näpfchen reichte; durch dieses Rohr floß die kondensirte Flüssigkeit gleichmäßig zurück. Denselben Zweck hatte schon früher G. Glinsky[2]) durch Anbringung eines seitlich angeschmolzenen Abflußrohrs erreicht.

Im Gegensatz zu Linnemann suchten J. A. Le Bel und A. Henninger[3]) eine Berührung des aufsteigenden Dampfes mit der zurückfließenden Flüssigkeit möglichst zu vermeiden. Sie verbanden die Kugeln der Wurtz'schen Vorrichtung durch außen angeschmolzene enge Röhren, welche der kondensirten Flüssigkeit als Rückflußweg dienten.

F. D. Brown[4]) verwandte ähnlich wie Linnemann Drahtnetzeinsätze. W. Hempel[5]) setzte auf den Kolben eine mit Glasperlen gefüllte Dephlegmationsröhre, E. Winssinger[6]) eine sich gabelförmig theilende Röhre, von denen eine zum Kühler führte; in die andere reichte ein zweites engeres, unten zugeschmolzenes Rohr, durch welches zum Zwecke der Dephlegmation Wasser oder Quecksilber geleitet wurde.

D. Mendelejeff[7]) leitete die Dämpfe zunächst durch ein Dephlegmationsrohr, hierauf der Reihe nach durch mehrere leere Kolben und dann erst in den Kühler; in den leeren Kolben kondensirten sich die Dämpfe der höher siedenden Stoffe. F. Rajinsky[8]) erhielt gute Ergebnisse nach dem Mendeleff'schen Verfahren, als er durch Einleiten von Wasserdampf destillirte. L. Weigert[9]) leitet ebenfalls die Dämpfe in einen leeren Kolben, auf dem ein Hempel'sches Dephlegmationsrohr sitzt. Die Vorrichtung von R. Rempel[10]) ist eine Vereinigung des Hempel'schen und des Winssinger'schen Verfahrens; er führt die Dämpfe durch ein mit Glasperlen gefülltes Rohr, das durch Wasser abgekühlt wird. E. Claudon[11]) vereinigte in seiner Fraktionirvorrichtung die Grundsätze von Le Bel und Henninger (seitliche Abflußrohre), Linnemann (Drahtnetznäpfchen) und Winssinger (Abkühlung der Dämpfe durch Wasser). Fr. Anderlini[12]) leitet die Dämpfe durch eine sehr lange spiralförmig nach Art der Kühlschlangen gebogene Röhre, an der Abflußröhren für die kondensirte Flüssigkeit angebracht sind. Eine neuerdings von P. Monnet[13]) angegebene Vorrichtung stimmt mit der Hempel'schen vollkommen überein. T. H. Norton und A. H. Otten[14]) erreichen die Trennung des aufsteigenden Dampfes von der zurückfließenden Flüssigkeit in umgekehrter Weise wie Le Bel und Henninger; sie lassen die kondensirte Flüssigkeit durch die Mitte abtropfen und den

[1]) Zeitschr. analyt. Chemie 1881. 20. 517.
[2]) Journ. russ. chem. Gesellschaft 1874. 6. 312; Annal. Chem. Pharm. 1875. 175. 381.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1874. 7. 1084.
[4]) Journ. Chem. Soc. 1880. 37. 49.
[5]) Zeitschr. analyt. Chem. 1881. 20. 502.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. 16. 2640.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. 16. 1225.
[8]) Journ. prakt. Chemie [2]. 1884. 29. 39; 1885. 31. 428.
[9]) Zeitschr. analyt. Chemie 1884. 23. 365.
[10]) Chem.-Ztg. 1886. 10. 371.
[11]) Bull. soc. chim. 1885. 42. 618.
[12]) Chem.-Ztg. 1885. 9. 941.
[13]) Monit. scientif. [4]. 1887. 1. 385.
[14]) Amer. Chem. Journ. 1888. 10. 62.

Dampf durch angeschmolzene Röhrchen aufsteigen. Die vollendetste Fraktionirvorrichtung ist von E. Clauden und Ch. Morin[1]) angewandt worden; sie bedienten sich eines Kolonnenapparates mit 10 Siebböden, welcher den in der Technik angewandten genau nachgebildet war.

Sehr häufig ist man genöthigt, fraktionirte Destillationen im luftverdünnten Raume vorzunehmen, weil sich die Stoffe beim Erhitzen in Gegenwart von Luft zersetzen. Auch bei der Destillation von Branntwein tritt diese Nothwendigkeit an den Untersuchenden heran, weil die höchstsiedenden Bestandtheile mancher Fuselöle bei der gewöhnlichen Destillation nicht farblos zu erhalten sind; selbst bei der Destillation im Wasserdampfstrom färben sie sich gelb. Die hier stattfindende Zersetzung ist zwar eine so geringfügige, daß sie durch die Elementaranalyse nicht nachgewiesen werden kann, das Aussehen der Präparate ist aber immerhin unschön.

Die Vorrichtungen zur fraktionirten Destillation im luftverdünnten oder luftleeren Raum beziehen sich ausschließlich auf die Destillirvorlage; dieselbe muß so beschaffen sein, daß ein Wechsel derselben möglich ist, ohne daß das Vakuum in dem ganzen Apparat unterbrochen wird. Die Vorrichtungen, welche dieses Ziel erreichen, sind meist wenig einfach; hier genüge die Angabe des Ortes, wo man die ohne Zeichnungen nicht verständlichen Vorrichtungen beschrieben findet. Vorrichtungen zur fraktionirten Destillation im luftleeren Raum sind angegeben worden von W. Thörner[2]), E. J. Bevan[3]), L. T. Thorne[4]), D. Konowalow[5]), A. Gorboff und A. Keßler[6]), Lothar Meyer[7]), L. Godefroy[8]), P. Raikow[9]), E. v. Boyen[10]), J. W. Brühl[11]), G. Kolbe[12]), H. Gautier[13]) und H. Schulz[14]).

Vergleichende Versuche über die Wirksamkeit verschiedener Destillationsaufsätze sind von H. Kreis[15]) ausgeführt worden. Derselbe zog folgende Fraktionirvorrichtungen in den Bereich seiner Untersuchungen: den gewöhnlichen Fraktionirkolben, Wurtz'sche Kugelaufsätze mit 2, 4 und 6 Kugeln, ein in der Mitte pipettenartig erweitertes Aufsatzrohr, ein Linnemann'sches Aufsatzrohr mit 3 Kugeln und 6 Näpfchen, die Glinsky'sche Vorrichtung und den Hempel'schen Aufsatz (mit Glasperlen gefülltes Rohr). Die Versuche erstreckten sich auf Gemische niedrig siedender Stoffe (25 g Benzol und 25 g Tuluol) und hochsiedender Stoffe (25 g Benzoësäure und 25 g Naphtalin bezw. Diphenylamin). Das Ergebniß war folgendes: Zur Fraktionirung von Stoffen, welche

[1]) Bull. soc. chim. [2]. 1888. 48. 804.
[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. 9. 1868.
[3]) Chem. News 1878. 37. 183.
[4]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. 16. 1327.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1884. 17. 1535.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1885. 18. 1363.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1887. 20. 1833.
[8]) Annal. chim. phys. [6]. 1884. 1. 138.
[9]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 694.
[10]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 822.
[11]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1888. 21. 3339.
[12]) Chem.-Ztg. 1889. 13. 389.
[13]) Bull. soc. chim. [3.] 1890. 2. 675.
[14]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1890. 23. 3568.
[15]) Annal. Chem. Pharm. 1884. 224. 259.

gegen 100° sieden, eignet sich am besten die Hempel'sche Röhre; die Glinsky'sche Abänderung der Linnemann'schen Vorrichtung schließt eine erhebliche Verminderung der Wirksamkeit der letzteren in sich; ein Wurtz'scher Aufsatz mit 4 Kugeln oder langem Rohr wirkt nicht kräftiger dephlegmirend als ein solcher mit 2 Kugeln. Für höher siedende Stoffe kann man höchstens einen Aufsatz mit 2 Kugeln verwenden.

2. Trennung der Fettsäuren.

Die Zahl der in den Branntweinen sich findenden Säuren, sei es in freiem Zustand, sei es in Form von Estern, ist eine sehr große. Alle Fettsäuren von der Ameisensäure bis zur Kaprinsäure sind in den Branntweinen nachgewiesen worden; ferner hat man bei einzelnen Branntweinen (Kirschen- und Zwetschenwasser) auch auf Blausäure Rücksicht zu nehmen. Da die letztgenannten Branntweine zur Zeit Gegenstand der Untersuchungen des Verfassers sind, so möge die Besprechung der Methoden zum Nachweis und zur Bestimmung der Blausäure bis zum Abschluß dieser Untersuchungen zurückgestellt werden. An dieser Stelle soll nur die Trennung der Fettsäuren behandelt werden.

Eine Scheidung der freien Säuren in niedere und höhere läßt sich sehr leicht durch Schütteln mit Wasser bewerkstelligen. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure sind mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar und lösen sich daher vollkommen in demselben; von der Kapronsäure ab sind die Fettsäuren fast unlöslich in Wasser und bilden eine ölige obere Schicht. Nur die Baldriansäure kann sich sowohl in der wässerigen Schicht als auch unter den öligen Säuren finden, da sie sich bei 20° erst in 23,6 Theilen Wasser löst; sie kommt übrigens nur in sehr kleiner Menge im Branntwein vor und fehlt häufig ganz.

a) Trennung der niederen, in Wasser löslichen Fettsäuren.

Von den niederen Fettsäuren kommen besonders Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure in Betracht; denn die Baldriansäure findet sich nur in sehr geringer Menge oder gar nicht in Branntweinen und die Propionsäure ist noch nicht mit genügender Sicherheit nachgewiesen worden. Da der Propionsäure ein charakteristischer Geruch mangelt und sie in ihrer Zusammensetzung genau in der Mitte zwischen Essigsäure und Buttersäure liegt, ist ihr Nachweis mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft. Unter den niederen Fettsäuren nimmt die Essigsäure in allen Branntweinen weitaus die erste Stelle ein.

Zunächst mögen die Verfahren mitgetheilt werden, welche eine Trennung aller niederen Fettsäuren gestatten; daneben giebt es noch eine Anzahl Verfahren, welche die Abscheidung einzelner Säuren bezwecken.

1. Allgemeine Verfahren zur Trennung der niederen Fettsäuren.

α) Die fraktionirte Destillation der niederen Fettsäuren mit Wasserdampf ist mehrfach zur Trennung derselben angewandt worden, z. B. von A. Fitz[1]) und O. Hecht[2]). Man beobachtete, daß die Fettsäuren mit höherem Kohlenstoffgehalt zuerst mit den

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1878. **11**. 46.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1881. **209**. 319.

Wasserdämpfen überdestillirten. Dieses Verfahren hat indeß Uebelstände, welche einer allgemeinen Anwendung desselben entgegenstehen. Die Säuren destilliren z. B. mit den Wasserdämpfen sehr langsam über; um 0,5 g Essigsäure überzutreiben, bedarf es nach den Erfahrungen des Verfassers mindestens 300 g Wasserdampf. Deshalb zog es Barré[1]), welcher die Säuren des Holzessigs untersuchte, vor, die freien Säuren in die Aethylester überzuführen und diese fraktionirt zu destilliren; die Ester lassen sich in der That nach vollkommener Entfernung jeder Spur Wasser ebenso durch Destillation trennen wie die die Alkohole.

β) J. Liebig[2]) schlug vor, die niederen Fettsäuren durch theilweise Sättigung mit Natron und nachfolgende Destillation zu trennen. Er theilte die wässerige Lösung der Fettsäuren in zwei Hälften, neutralisirte die eine mit Natron, fügte die andere hinzu und destillirte. Die hierbei auftretenden Erscheinungen sind ganz verschieden, je nachdem sich unter den Säuren Essigsäure befindet oder nicht. Ist keine Essigsäure vorhanden, so geht das Natron in erster Linie an die höhere Säure und erst wenn diese vollkommen neutralisirt ist, wird auch die niedrigere Säure neutralisirt. Ist daher mehr von der höheren Säure vorhanden, als zur Sättigung des zugesetzten Alkalis nothwendig ist, so bleibt im Rückstand nur die höhere Säure als Alkalisalz zurück, während ein Gemisch der höheren und niederen Säure überdestillirt. Ist dagegen weniger von der höheren Säure vorhanden, als zur Neutralisation des Alkalis nothwendig ist, so destillirt nur die niedere Säure über und im Rückstand bleibt ein Gemisch der Alkalisalze beider Säuren. In beiden Fällen erhält man eine Säure rein. Durch fortgesetzte theilweise Sättigung und Destillation, im ersten Falle des Destillats, im zweiten Falle des Rückstandes, kann man die Säuren völlig trennen. Ganz so glatt scheint das Verfahren indeß doch nicht zum Ziele zu führen; wenigstens konnte O. Veiel[3]) Buttersäure und Isovaleriansäure nach demselben nicht trennen.

Ist in dem Säuregemisch Essigsäure enthalten, wie es bei Branntweinuntersuchungen stets der Fall ist, so liegen die Verhältnisse ganz anders. Das Alkali bemächtigt sich in diesem Falle stets in erster Linie der Essigsäure und diese bleibt bei der Destillation als saures essigsaures Alkali zurück. Durch besondere Versuche stellte Liebig fest, daß bei der theilweisen Neutralisirung und Destillation von Gemischen von Essigsäure, Buttersäure und Baldriansäure stets die Essigsäure im Rückstand blieb, während die anderen Säuren erst dann neutralisirt wurden, wenn alle Essigsäure in das saure Salz übergeführt war. Durch Wiederholung dieses Verfahrens erhält man zuletzt alle Säuren rein. A. Geuther[4]) konnte nach diesem Verfahren Propionsäure und Essigsäure sehr leicht trennen.

γ) Ein drittes Verfahren zur Trennung der niederen Fettsäuren gründet sich auf die verschiedene Löslichkeit der Salze derselben in absolutem Alkohol. A. Geuther[5]) trennte Essigsäure und Propionsäure durch Ueberführung derselben in die trockenen

---

[1]) Compt. rend. 1869. 68. 1222. Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1869. 2. 810.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1849. 71. 355.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1868. 148. 163.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1880. 202. 293.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1880. 202. 292.

Natronsalze und Ausziehen der letzteren mit einer unzureichenden Menge absoluten Alkohols. Da das propionsaure Natrium in absolutem Alkohol löslich ist (nach A. Strecker[1]) in 30 bis 34 Theilen kochenden absoluten Alkohols und bei 20° in 42 Theilen), während das essigsaure Natron in absolutem Alkohol sehr wenig löslich ist (nach A. Gerardin[2]) gar nicht), so geht zunächst das propionsaure Natrium in Lösung. Durch mehrfache Wiederholung des Verfahrens kann man beide Säuren rein erhalten.

Entschieden vorzuziehen sind indeß bei diesem Verfahren die Barymsalze der niederen Fettsäuren, welche leicht vollkommen rein und trocken erhalten werden können. Nach E. Luck[3]) lösen 1000 Theile absoluten Alkohols bei 30° 0,055 Theile Barymformiat, 0,284 Theile Barymacetat, 2,610 Theile Barympropionat und 11,717 Barymbutyrat, wenn alle Barymsalze vollkommen trocken und fein gepulvert sind. Auf 1 Theil Barymacetat werden demnach von dem absoluten Alkohol 0,193 Theile Barymformiat, 9,19 Theile Barympropionat und 41,257 Theile Barymbutyrat gelöst. Wie schon vorher erwähnt, braucht bei der Untersuchung der Branntweine auf Propionsäure im Allgemeinen keine Rücksicht genommen zu werden; andererseits läßt sich die Ameisensäure, wie alsbald gezeigt werden wird, leicht entfernen, so daß man in einfachster Weise aus Branntweinen ein Säuregemisch erhalten kann, das nur Essigsäure und Buttersäure, erstere in großem Ueberschuß, enthält. Dieses Säuregemisch läßt sich durch Ausziehen der trockenen Barymsalze mit absolutem Alkohol in vollendeter Weise trennen; die Einzelheiten des Verfahrens werden später mitgetheilt werden. Nach denselben Grundsätzen bestimmten E. Mach und K. Portele[4]) den Essigsäure- und Buttersäuregehalt eines Weines, welcher aus Trauben hergestellt war, die durch eine Ueberschwemmung gelitten hatten.

δ) E. Erlenmeyer und C. Hell[5]) trennten die bei der Oxydation der aktiven und inaktiven Baldriansäure entstehenden Fettsäuren durch fraktionirte Sättigung mit Silbercarbonat. Man versetzt die wässerige Lösung der Säure mit einer zur Sättigung unzureichenden Menge Silbercarbonat, filtrirt die ausgefällten Krystalle ab und verfährt mit dem Filtrat wiederholt in derselben Weise (Erlenmeyer und Hell machten 13 Fällungen). Es fallen zuerst stets die kohlenstoffreichsten Säuren aus.

2. Abscheidung einzelner niederer Fettsäuren.

α) Nachweis, Bestimmung und Abscheidung der Ameisensäure. Die Ameisensäure nimmt als niedrigstes Glied in der Reihe der Fettsäuren eine Sonderstellung ein; ihre Formel $H\text{-}C\langle^{O}_{OH}$ lehrt, daß sie auch als ein Oxyaldehyd aufgefaßt werden kann. Demgemäß kommt ihr auch die leichte Oxydationsfähigkeit der Aldehyde zu und auf diese sind die Verfahren zum Nachweis und zur Bestimmung der Ameisensäure gegründet.

---

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1854. 92. 80.
[2]) Annal. chim. phys. [4]. 1865. 5. 129.
[3]) Zeitschr. analyt. Chemie 1871. 10. 185.
[4]) Landwirthschaftl. Versuchstationen 1890. 37. 305.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 294.

Aus Silberlösungen wird durch Ameisensäure beim Erwärmen metallisches Silber als grauschwarzes Pulver abgeschieden, während die Ameisensäure selbst oxydirt wird. Dieses Verhalten wird meist zum Nachweis der Ameisensäure verwandt. Nach Tollens und Weber[1]) werden alkalische Silberlösungen durch Ameisensäure nicht reduzirt. Mit konzentrirter Schwefelsäure liefern Ameisensäure und ameisensaure Salze ohne Schwärzung reines Kohlenoxyd und Wasser. Aus Quecksilberchloridlösungen wird, wie zuerst J. Liebig[2]) nachwies, durch Ameisensäure beim Erwärmen weißes unlösliches Quecksilberchlorür (Calomel) niedergeschlagen; dieses Verhalten eignet sich ebenfalls sehr gut zum Nachweis der Ameisensäure.

Zur Bestimmung und Abscheidung der Ameisensäure sind mehrere Verfahren vorgeschlagen worden.

C. Barfoed[3]) behandelt die Mischung der niederen Fettsäuren mit Bleioxyd bis zur deutlich alkalischen Reaktion; längeres Erwärmen muß vermieden werden, da andernfalls das in Alkohol schwerlösliche dreibasige essigsaure Blei entsteht. Die Lösung der Bleisalze der Fettsäuren wird von dem ungelösten Bleioxyd getrennt, mit dem fünf- bis sechsfachen Gewicht absoluten Alkohols gemischt und in einer verschlossenen Flasche 24 Stunden hingestellt. Alles ameisensaure Blei schlägt sich dann nieder, während die Bleisalze der höheren Fettsäuren bis zur Capronsäure in Lösung bleiben.

Portes und Ruyssen[4]) benutzen zur Bestimmung der Ameisensäure deren Verhalten gegen Quecksilberchlorid. Dasselbe wird von der Ameisensäure zu Calomel (Quecksilberchlorür) reduzirt:

$$HCOOH + 2\,HgCl_2 = Hg_2Cl_2 + 2\,HCl + CO_2.$$

Auf eine Molekel Calomel Hg_2Cl_2 = 470,34 kommt nach dieser Gleichung eine Molekel Ameisensäure CH_2O_2 = 45,89; a g Calomel entsprechen daher 0,0976 a g Ameisensäure.

Portes und Ruyssen versetzen die zu untersuchende Flüssigkeit mit Natriumacetat und einer gemessenen überschüssigen Menge Sublimatlösung und erwärmen 1 bis $1^1/_2$ Stunden im Wasserbade. Nachdem sich der entstandene Calomelniederschlag abgesetzt hat, füllen sie auf ein bestimmtes Volum auf, filtriren und titriren in einem abgemessenen Theil des Filtrats das überschüssige unveränderte Quecksilberchlorid mit Jodkaliumlösung. Nach Portes und Ruyssen soll das Verfahren stets 25 Prozent Ameisensäure zu wenig geben; der Verlust rührt offenbar daher, daß ein Theil der Ameisensäure beim Erhitzen der sauren Lösung auf dem Wasserbad verdampft.

Neuerdings ist dieses Verfahren wieder von A. Scala[5]) zur Bestimmung der Ameisensäure im Rum angewandt worden. Derselbe sammelt das abgeschiedene Quecksilberchlorür auf gewogenem Filter und wägt dasselbe; um eine Verdampfung der Ameisensäure zu verhindern nimmt er die Fällung in neutraler Lösung vor. Bei Ver-

[1]) Zeitschrift für Chemie. [2]. 1868. 4. 443.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1836. 17. 69.
[3]) Journ. prakt. Chemie 1869. 108. 14.
[4]) Compt. rend. 1876. 82. 1504.
[5]) Gazz. chim. ital. 1890. 20. 393.

suchen mit bekannten Mengen Ameisensäure fand Scala auch bei kleinen Mengen meist 99 bis 99,5 Prozent der angewandten Ameisensäure wieder.

Der Verfasser dieser Abhandlung hat anfangs eine ganze Anzahl von Ameisensäurebestimmungen nach diesem Verfahren (Wägen des ausgeschiedenen Calomels) gemacht, er hat sie aber später zu Gunsten des folgenden Verfahrens verlassen.

Da die Ameisensäure sehr leicht zu Kohlensäure oxydirt wird, so kann man sie durch Behandlung mit Oxydationsmitteln zerstören; die Oxydationsmittel müssen aber so gewählt sein, daß die anderen Fettsäuren nicht angegriffen werden. Aus diesem Grunde eignet sich Kaliumpermanganat hierzu nicht. Zwar wird dasselbe nach P. Guyot[1]) schon in der Kälte und in alkalischer Lösung von der Ameisensäure reduzirt und eignet sich nach Versuchen von J. Klein[2]) auch zur Bestimmung der Ameisensäure, wenn keine anderen Fettsäuren gegenwärtig sind; bei Anwesenheit der letzteren ist dieses Oxydationsmittel indeß ausgeschlossen, da nach den umfassenden Versuchen von M. Berthelot[3]) auch diese, insbesondere die Buttersäure, von alkalischer Permanganatlösung schon in der Kälte oxydirt werden, wenn auch ungleich schwieriger und langsamer als die Ameisensäure.

Ein zur Entfernung der Ameisensäure geeignetes Oxydationsmittel ist dagegen eine Chromsäuremischung von passender Konzentration. Zwar wird auch die Essigsäure bei genügend langer Einwirkung einer konzentrirten Chromsäuremischung theilweise zu Kohlensäure oxydirt, wie L. Dannesi[4]) beobachtet hat; man kann aber die Konzentration so wählen, daß die Essigsäure nicht angegriffen wird.

Eine diesen Ansprüchen genügende Chromsäuremischung ist von D. S. Macnair[5]) angegeben worden. Man löst 60 g reines Kaliumbichromat in 150 ccm konzentrirter Schwefelsäure und verdünnt mit 500 ccm destillirten Wassers. Von dieser Lösung wird nur die Ameisensäure zerstört, die anderen Fettsäuren aber nicht angegriffen. Zur Bestimmung der Ameisensäure im Branntwein titrirt man die Gesammtsäuren mit $^1/_{10}$-Normalkali, konzentrirt die Lösung der Kalisalze und kocht dieselbe mit dem gleichen Volumen der Oxydationsmischung 10 Minuten am Rückflußkühler. Dann wird destillirt und das Destillat von neuem titrirt. Der Unterschied im Verbrauch von Alkali vor und nach der Oxydation wird als Ameisensäure in Rechnung gezogen. Daß die Essigsäure hierbei nicht angegriffen wird, ergibt sich aus folgenden Versuchen von Macnair. Eine Lösung von 1,076 bezw. 1,171 g Essigsäure wurde mit der Chromsäuremischung behandelt; man fand nach der Oxydation 1,056 bezw. 1,150 g Essigsäure wieder, also im ersten Falle 98,1 Prozent, im zweiten 98,9 Prozent.

Zur Abscheidung und Bestimmung der Ameisensäure dürfte auch ihr Verhalten zu frisch gefälltem Quecksilberoxyd angewandt werden können. Dasselbe wurde bereits von Fr. Göbel[6]) und besonders von J. Liebig[7]) erforscht und ist seitdem als beliebter

---

[1]) Journ. chim. médicale 1869. 509.
[2]) Arch. Pharm. [3]. 1887. 25. 522.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1868. Supplementband. 6. 181.
[4]) Gazz. chim. ital. 1879. 9. 420.
[5]) Chem. News 1887. 55. 229.
[6]) Berzelius' Jahresber. 1834. 13. 140.
[7]) Annal. Chem. Pharm. 1832. 3. 207; 1836. 17. 69.

Vorlesungsversuch viele hundert Mal gezeigt worden. Ameisensäure löst frisch gefälltes gelbes Quecksilberoxyd leicht auf; erwärmt man diese Lösung, so wird unter Abscheidung von metallischem Quecksilber das entstandene ameisensaure Salz zersetzt. Versetzt man die Ameisensäurelösung mit überschüssigem Quecksilberoxyd, so wird nach Liebig diese Säure so vollkommen zerstört, daß keine Spur mehr nachzuweisen ist. Ist der Ameisensäure Essigsäure beigemischt, so bleibt diese als leicht krystallisirendes Quecksilbersalz unversehrt zurück. Dieses Verfahren wurde von J. Liebig zur Scheidung von Ameisensäure und Essigsäure empfohlen, es scheint aber keine Anwendung gefunden zu haben.

β) Abscheidung der Essigsäure. Ein Verfahren zur Abscheidung der Essigsäure ist von H. Hager[1]) angegeben worden. Dasselbe gründet sich darauf, daß von den Ammoniumsalzen der Fettsäuren nur das Ammoniumacetat bei 98° bis 100° und zwar völlig flüchtig ist. Man macht das Säuregemisch mit Natronlauge schwach alkalisch, konzentrirt die Salzlösung, bringt sie in eine Retorte, versetzt mit Ammoniumsulfat und destillirt in der Weise aus dem Wasserbade, daß der Retortenbauch zu $^2/_3$ im kochenden Wasser ist. Dann destillirt nur Ammoniumacetat über, aber z. B. kein Ammoniumformiat. Das Verfahren ist von anderer Seite nicht geprüft worden.

γ) Abscheidung der Propionsäure. E. Linnemann[2]) trennte die Propionsäure von Ameisensäure und Essigsäure mit Hülfe der Bleisalze. Man verdampft das Gemisch der drei Säuren mit Wasser und überschüssigem Bleioxyd zur Trockne und zieht mit kaltem Wasser aus; es geht dabei fast nur basisch-propionsaures Blei in Lösung, welches beim Erhitzen der wässerigen Lösung abgeschieden wird. Filtrirt man den durch Erhitzen entstandenen Niederschlag heiß ab, so bleiben die geringen Mengen von ameisensaurem und basisch-essigsaurem Blei, welche mit in Lösung gegangen sind, gelöst und das basisch-propionsaure Blei bleibt in reinem Zustande auf dem Filter zurück. Aus einem Gemisch von 0,44 g Propionsäure, 3 g ameisensaurem Blei und 1,5 g Bleizucker in 200 ccm Wasser konnte Linnemann auf diese Weise reine Propionsäure abscheiden, deren Silbersalz analysirt wurde; ferner wies Linnemann mit diesem Verfahren nach, daß die sogenannte Buttéressigsäure nur ein Gemenge von Buttersäure und Essigsäure ist.

b) Trennung der höheren, in Wasser unlöslichen Fettsäuren.

Wo es nicht darauf ankam, alle Fettsäuren eines Gemisches zu bestimmen und auch ihre Menge zu ermitteln, begnügte man sich vielfach mit der fraktionirten Destillation; ist eine Säure in beträchtlich überwiegender Menge vorhanden, so erhält man dieselbe auf diesem Wege leicht rein. Auch durch fraktionirte Krystallisation der freien Fettsäuren aus Alkohol kann man die höchsten Glieder trennen; C. T. Kingzett[3]) hat dieses Verfahren z. B. bei der Untersuchung der Säuren der Kakaobutter angewandt. Auch durch fraktionirte Krystallisation der Barymsalze, sei es aus alkoholischer, sei es aus wässeriger Lösung, hat man häufig die Trennung der höheren Fettsäuren bewerkstelligt, z. B. G. F. Walz[4]) und viele Andere, von denen später die Rede sein wird.

[1]) Pharm. Centralb. 1874. 15. 397.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 223.
[3]) Chem. News 1877. 36. 229.
[4]) Vierteljahresschr. prakt. Pharm. 1862. 11. 10.

Handelt es sich um die genaue qualitative und quantitative Erforschung eines Gemisches höherer Säuren, so kommt man weitaus am sichersten und raschesten zum Ziel durch die fraktionirte Fällung der Säuren. Man versetzt die konzentrirte alkoholische Lösung der freien Fettsäuren mit einer so berechneten Menge einer Metallsalzlösung, welche mit den Fettsäuren einen unlöslichen Niederschlag bildet, daß nur ein Theil der Fettsäure, z. B. $^1/_{10}$ oder $^1/_{15}$ derselben, ausgefällt wird. Der Niederschlag wird abfiltrirt, mit wenig Alkohol ausgewaschen und das Filtrat von neuem in derselben Weise behandelt. Fährt man so fort, bis kein Niederschlag mehr entsteht, so erhält man eine Reihe von Fällungen, welche die Säuren des Gemisches in Form unlöslicher Metallsalze enthalten, und zwar fallen stets zunächst die kohlenstoffreichsten höchsten Säuren und zuletzt die kohlenstoffärmeren niederen Säuren aus. Die einzelnen Fällungen werden analysirt.

Als Fällungsmittel für die höheren Fettsäuren sind angewandt worden: von W. Heintz[1]) eine konzentrirte wässerige Lösung von Magnesiumacetat, von L. Pebal[2]) wässerige Barymacetatlösung und alkoholische Bleizuckerlösung, von Fr. Nafzger[3]) alkoholische Kupferacetatlösung, alkoholische Magnesiumacetatlösung, mit und ohne Zusatz von Ammoniak, und Bleiacetatlösung ohne Ammoniakzusatz, von F. Fischer[4]) konzentrirte wässerige Barymacetatlösung und von F. Grimm[5]) konzentrirte heiße Barymhydratlösung. Durch Magnesiumacetat werden die niederen Säuren nicht mehr gefällt; wenn Magnesiumacetat keinen Niederschlag mehr giebt, wendet man eine alkoholische Bleizuckerlösung an.

Die chemische Analyse einer Fällung giebt noch keine genaue Auskunft darüber, ob man es in derselben mit dem Salz einer einzigen Säure oder eines Gemisches von zwei Säuren zu thun hat. Selbst wenn das Ergebniß der Analyse genau auf eine Säure stimmt, ist damit noch nicht bewiesen, daß die letztere wirklich vorliegt, da ein Gemisch zweier Säuren dieselbe Zusammensetzung wie eine dritte Säure haben kann; ein Gemisch äquivalenter Mengen Kaprylsäure $C_8H_{16}O_2$ und Kaprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$ hat z. B. genau die Zusammensetzung der Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$:

$$C_8H_{16}O_2 + C_{10}H_{20}O_2 = 2\,C_9H_{18}O_2.$$

In der That ist das Gemisch zweier Säuren häufig für eine neue dritte gehalten worden. Man hat indeß einfache Mittel, um zu entscheiden, ob eine durch fraktionirte Fällung erhaltene Säure rein ist.

Bei den festen Fettsäuren entscheidet der Schmelzpunkt mit großer Schärfe über den Reinheitsgrad. Wie schon Joh. Gottlieb[6]) beobachtete und besonders ausführlich von W. Heintz[7]) studirt wurde, wird der Schmelzpunkt der festen Fettsäure bereits durch Beimischung sehr geringer Mengen einer anderen Fettsäure erheblich herabgedrückt,

[1]) Journ. prakt. Chemie 1855. 66. 1.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1854. 91. 141.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1884. 224. 225.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1860. 115. 247.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 157. 264.
[6]) Annal. Chem. Pharm. 1846. 57. 33.
[7]) Annal. Phys. Chemie 1854. 92. 588.

selbst wenn die letztere für sich einen höheren Schmelzpunkt hat. So schmilzt z. B. die reine Laurostearinsäure bei 43,6° und die reine Palmitinsäure bei 62°; ein Gemisch von 30 Theilen Palmitinsäure und 70 Theilen Laurostearinsäure schmilzt dagegen bei 38,3°. Die Untersuchungen von W. Heintz zeigen dieses eigenthümliche Verhalten der festen Fettsäuren in so anschaulicher Weise, daß die bezügliche Tabelle hier einen Platz finden möge. Dieselbe umfaßt Gemische von Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ (Schmelzpunkt 69,2°), Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ (Schmelzpunkt 62°), Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$ (Schmelzpunkt 53,8°) und Laurinsäure oder Laurostearinsäure $C_{12}H_{24}O_2$ (Schmelzpunkt 43,6°). In der Tabelle sind die Namen der Säuren abgekürzt (Stear., Palm., Myr., Laur.), Schm. bedeutet Schmelzpunkt.

Gemisch von		Schm.	Gemisch von		Schm.	Gemisch von		Schm.	Gemisch von		Schm.	Gemisch von		Schm.	Gemisch von		Schm.
Stear.	Palm.	Grad C.	Palm.	Myr.	Grad C.	Myr.	Laur.	Grad C.	Stear.	Myr.	Grad C.	Palm.	Laur.	Grad C.	Stear.	Laur.	Grad C.
100	0	69,2	100	0	62,0	100	0	53,8	0	100	53,8	0	100	43,6	0	100	43,6
90	10	67,2	95	5	61,1	90	10	51,8	10	90	51,7	10	90	41,5	10	90	41,5
80	20	65,3	90	10	60,1	80	20	49,6	20	80	47,8	20	80	37,1	20	80	38,5
70	30	62,9	80	20	58,0	70	30	46,7	30	70	48,2	30	70	38,3	30	70	43,4
60	40	60,3	70	30	54,5	60	40	43,0	40	60	50,4	40	60	40,1	40	60	50,8
50	50	56,6	60	40	51,2	50	50	37,4	50	50	54,5	50	50	47,0	50	50	55,8
40	60	56,3	50	50	47,8	40	60	36,7	60	40	59,8	60	40	51,2	60	40	59,0
35	65	55,6	40	60	47,0	30	70	35,1	70	30	62,8	70	30	54,5	70	30	62,0
32,5	67,5	55,2	35	65	46,5	20	80	38,5	80	20	65,0	80	20	57,4	80	20	64,7
30	70	55,1	32,5	67,5	46,2	10	90	41,3	90	10	67,1	90	10	59,8	90	10	67,0
20	80	57,5	30	70	46,2	0	100	43,6	100	0	69,2	100	0	62,0	100	0	69,2
10	90	60,1	20	80	49,5												
0	100	62,0	10	90	51,8												
			0	100	53,8												

Man macht behufs Prüfung auf die Reinheit der Säure die letztere aus dem Salz mit Schwefelsäure frei, schüttelt sie mit Aether aus, verdunstet den Aether, trocknet die Säure über Schwefelsäure und bestimmt den Schmelzpunkt. Dann löst man die Säure in Alkohol, läßt diesen verdunsten und sammelt mehrere theilweise Krystallisationen; ist die Säure rein, so müssen alle Krystallisationen denselben Schmelzpunkt haben wie die ursprüngliche Säure.

Am zweckmäßigsten erbringt man den Beweis, daß in einer Fällung nur eine Säure enthalten ist, durch eine nochmalige fraktionirte Fällung. Man macht zu dem Zweck aus der Fällung mit Schwefelsäure die Fettsäure frei, schüttelt sie mit Aether aus, verdunstet diesen, löst die Säure in Alkohol und macht je nach der Menge der zur Verfügung stehenden Säure mit dem vorher benutzten Fällungsmittel weitere zwei bis vier Fällungen. Ist die Säure einheitlich, so haben alle Fällungen die gleiche Zusammensetzung, ist sie aber ein Gemisch, so ist in der ersten Fällung die höchste Säure, in der letzten die niederste Säure enthalten.

Die fraktionirte Fällung ist ein ausgezeichnetes Mittel zur Trennung der höheren Fettsäuren, das stets zu einem vollkommen sicheren Ergebniß führt.

Die Zusammensetzung der Branntweine.

Ergebnisse früherer Untersuchungen.

Nachdem im Vorstehenden die Methoden besprochen worden sind, welche bei der Untersuchung der Branntweine in Anwendung kommen, sollen nunmehr die Ergebnisse früherer Untersuchungen über die Zusammensetzung der Branntweine mitgetheilt werden. Wie schon vorher erwähnt wurde, ist die Zahl dieser Untersuchungen eine recht große; sie sind aber meist nicht vollständig, sondern beschränken sich auf einzelne Bestandtheile. Die Branntweine aus den verschiedenen Rohmaterialien werden gesondert betrachtet werden.

1. Kartoffelbranntwein.

Die erste Abhandlung über das Fuselöl, den hochsiedenden öligen Bestandtheil der rohen Branntweine, wurde von Scheele [1]) im Jahre 1785 veröffentlicht. Derselbe befaßte sich aber in erster Linie mit dem Fuselöl des Getreides, weshalb seine Untersuchungen erst beim Getreidebranntwein besprochen werden sollen.

Im Jahre 1827 theilte H. Pelletan [2]) Versuche über das Fuselöl des Kartoffelbranntweins mit; dasselbe war durch fortgesetzte Destillation des Kartoffelbranntweins erhalten worden. Er beschreibt es als ein Oel von wärmendem, bitterem und anhaltendem Geschmack, das bei —18° fest wird und im reinen Zustand bei 125° siedet. Am Schlusse seiner Abhandlung stellt schon Pelletan die Behauptung auf, daß die schwere toxische Nachwirkung des Branntweinrausches durch dieses Oel verursacht werde. Er hält das Fuselöl für ein ätherisches Oel, das dem Alkohol nahestehe.

Der erste, welcher den Hauptbestandtheil aller Fuselöle, den Amylalkohol, aus dem Kartoffelbranntwein in reinem Zustande abschied, war J. Dumas.[3]) Derselbe untersuchte im Jahre 1835 ein in einer Brennerei hergestelltes Fuselöl aus Kartoffelbranntwein von röthlichgelber Farbe und unangenehmem Geruch. Dasselbe enthielt viel Aethylalkohol; durch fraktionirte Destillation gewann Dumas aus demselben ein bei 130 bis 132° siedendes Oel, das nach weiteren Destillationen den konstanten Siedepunkt 131,5° zeigte. Die Elementaranalyse und das Gasvolumgewicht ergaben für dieses Oel die Formel $C_5H_{12}O$, es war reiner Amylalkohol. Dumas verkennt zwar nicht, daß zwischen dem „Kartoffelfuselöl“ und dem Aethylalkohol gewisse Beziehungen bestehen, er hält es aber für wahrscheinlicher, daß dieser neue Stoff dem Kampher oder den ätherischen Oelen analog sei. Die Alkoholnatur des Dumas'schen „Kartoffelfuselöls“ wurde erst einige Jahre später von A. Cahours[4]) sowie von J. Dumas und J. S. Stas[5]) festgestellt.

In den vierziger und fünfziger Jahren wurde eine ganze Anzahl von Branntweinsorten auf ihre Bestandtheile geprüft, der Kartoffelbranntwein befand sich aber nur selten darunter. S. W. Johnson[6]) fand im Jahre 1854 Kaprinsäure im Kartoffel-

---

[1]) Crell's Annal. 1785. 61.
[2]) Berzelius' Jahresber. 1827. 6. 264.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1835. 13. 80.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1839. 30. 288; 1840. 35. 312; 1841. 37. 164.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1840. 35. 143.
[6]) Journ. prakt. Chemie 1854. 62. 262.

fuselöl. S. J. Kappel[1]) will in einem Kartoffelbranntwein von 53 Volumprozenten Alkohol 0,0397 Gewichtsprozente Baldriansäure gefunden haben; dieselbe wurde durch den Geruch erkannt und die gesammte Säure als Baldriansäure berechnet. Kappel hat es leider versäumt, eine Analyse des von ihm dargestellten Baryumsalzes zu machen; dieselbe würde ohne Zweifel eine erhebliche Menge Essigsäure neben wenig Baldriansäure ergeben haben, denn daß ein Branntwein nur Baldriansäure und gar keine Essigsäure enthalte, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Einer der ersten, die Aldehyd als Bestandtheil des Weins und der Branntweine dargethan haben, scheint Magnes-Lahens[2]) gewesen zu sein; derselbe wies den Aldehyd durch Kalilauge, alkalische Kupferlösung und ammonikalische Silberlösung nach.

A. Geuther[3]) untersuchte eine Flüssigkeit, welche bei der Rektifikation großer Mengen eines über Kohle filtrirten Rohbranntweins als selbständiges Glied zwischen dem Alkohol und dem Fuselöl in geringer Menge (aus 10000 l Rohbranntwein etwa $^1/_2$ l) gewonnen worden war. Die bräunliche Flüssigkeit hinterließ bei der Destillation aus dem Wasserbad einen geringen, aus Wasser, Essigsäure und Aldehydharz bestehenden Rückstand. Das Destillat wurde mehrmals mit konzentrirter Chlornatriumlösung geschüttelt, die abgeschiedene oben schwimmende Flüssigkeit entwässert und der fraktionirten Destillation unterworfen. Geuther konnte auf diesem Wege größere Mengen Essigäther (Sdp. 70 bis 72°) und Acetal (Sdp. 100 bis 104°) abscheiden, welche durch die Analyse identifizirt wurden. Durch mehrfache fraktionirte Destillation der Chlornatriumlösung wurden ferner beträchtliche Mengen Acetaldehyd gewonnen; die ersten Antheile des Destillats wurden mit dem doppelten Volum Aether versetzt und trockenes Ammoniakgas eingeleitet. Aus 570 ccm der Flüssigkeit wurden 65 g Aldehydammoniak gewonnen.

Umfangreiche Untersuchungen über die Destillationsprodukte des Rohbranntweins haben G. Krämer und A. Pinner angestellt; leider ist aus ihren Mittheilungen nicht mit Sicherheit zu ersehen, ob der Rohbranntwein aus Kartoffeln oder aus Melasse hergestellt war. Ueber die Menge der bei der technischen Rektifikation der Rohbranntweine gewonnenen Nebenprodukte theilen Krämer und Pinner[4]) Folgendes mit. Man erhält durchschnittlich 1 l Vorlauf aus 15000 l Rohbranntwein und 1 l Nachlauf aus 300 l Rohbranntwein. Der Nachlauf wird nochmals destillirt, wobei zunächst noch viel Alkohol übergeht; dann folgt eine bei 88 bis 89° siedende, ölige, mit Wasser noch mischbare Flüssigkeit und zuletzt wird das Destillat trübe und scheidet sich in zwei Schichten, von denen die untere Wasser und die obere das käufliche Fuselöl ist.

Die Untersuchung des Vorlaufs ergab viel Aldehyd, Alkohol und eine Flüssigkeit von stechendem Geruch, welche später[5]) als Crotonaldehyd erkannt wurde. In der Blase hinterblieb bei der Destillation ein braunes Oel, das mehrere an Essigsäure gebundene Basen der Collidinreihe enthielt; eine Trennung derselben war wegen ihrer geringen Menge nicht möglich, doch konnte Kollidin mit Sicherheit nachgewiesen werden.

[1]) Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1859. 8. 340.
[2]) Journ. pharm. chim. [3]. 1855. 27. 37; Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1855. 4. 575; Dingler's polytechn. Journ. 1855. 137. 467.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1863. 126. 62.
[4]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1869. 2. 401.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1870. 3. 75.

Die Bestandtheile des Vorlaufs schwankten sehr, je nach dem Ursprung und der Behandlung des Rohbranntweins.

Die bei 88 bis 89 ° siedende Flüssigkeit, welche Krämer und Pinner „Vorlauf des Fuselöls" nennen, wurde mit Chlorcalcium und Potasche entwässert und der fraktionirten Destillation unterworfen; sie ging zwischen 82 ° und 116 ° vollständig über. Anfänglich verwandelten Krämer und Pinner die Alkohole in Jodide und destillirten diese; sie gingen aber später hiervon wieder ab, da es keine wesentlichen Vortheile bot. Bei der Destillation von 34⅓ Liter der Flüssigkeit mit Hilfe einer langen Kugelröhre gelang es nicht, einen Bestandtheil rein darzustellen; zwar wurden öfter lange Zeit konstante Siedepunkte beobachtet, sie gehörten aber stets Gemischen an. Erst durch partielle Behandlung des Alkoholgemisches mit Natrium gelangten sie zum Ziel; dabei wurde zunächst der niedere Alkohol (Propylalkohol) in das Natriumalkoholat übergeführt, und dieses blieb bei der Destillation im Rückstand. Der Isobutylalkohol fand sich im Destillat, aus dem er im reinen Zustande abgeschieden und identifizirt werden konnte.

Später [1]) erhielten Krämer und Pinner auch den Normal-Propylalkohol rein, indem sie das im Rückstand verbliebene Natriumalkoholat zersetzten und die regenerirten Alkohole fraktionirt destillirten. Der „Vorlauf des Fuselöls" bestand aus 30 Prozent Wasser, 30 Prozent Aethylalkohol, 20 Prozent Propylalkohol und 30 Prozent Butylalkohol; Isopropylalkohol war nicht vorhanden.

Nach einer Mittheilung von Gorup-Besanez [2]) erhielt Trommsdorff aus 2500 kg Kartoffelfuselöl nur 2 kg eines Gemisches von Aethylalkohol und Butylalkohol.

In einem Bericht über Alkoholpräparate, den A. Bannow [3]) gelegentlich der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 erstattete, führte derselbe als Bestandtheile des Rohbranntweins Acetaldehyd, Aethylalkohol, Normal-Propylalkohol, Isobutylalkohol, Amylalkohol und nur Spuren höher siedender Stoffe an. Die Mengenverhältnisse sind leider nicht mitgetheilt.

Ein von L. Rabuteau [4]) untersuchtes Kartoffelfuselöl enthielt in 1 Liter folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Menge	Siedepunkt
Aldehyd, Essigäther, Aethylalkohol . . .	75 ccm	—
Wasser	125 „	—
Isopropylalkohol	150 „	85 °
Normalpropylalkohol	30 „	97 °
Isobutylalkohol	50 „	109 °
Normalbutylalkohol	65 „	116,9 °
Methylpropylcarbinol	60 „	120
Gährungsamylalkohol	275 „	128 bis 132 °
Ueber 132 ° siedende Stoffe mit viel Amylalkohol	170 „	> 132 °

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1870. S. 75.

[2]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 157. 270 Anmerkung.

[3]) A. W. Hofmann, Bericht über die Entwickelung der chem. Industrie während des letzten Jahrzehends. Braunschweig 1877 bei Friedrich Vieweg und Sohn. 3. Abtheilung S. 274.

[4]) Compt. rend. 1878. 87. 500.

Auch die Gegenwart von Trimethylcarbinol (tertiärem Butylalkohol) in dem Kartoffelfuselöl hielt Rabuteau für wahrscheinlich.

Die Ergebnisse der Rabuteau'schen Versuche sind deshalb bemerkenswerth, weil hier zum ersten Male Isopropylalkohol, Normalbutylalkohol und Methylpropylcarbinol aus Fuselöl erhalten wurden. Es war auffallend, daß bei den vielen Fuselöluntersuchungen, die früher ausgeführt worden waren, diese in so großer Menge vorhandenen Stoffe übersehen worden sein sollten, zumal einige Forscher gerade auf diese Stoffe ihr Augenmerk gerichtet hatten. Neuere Untersuchungen von F. L. Ekman[1]) haben denn auch die Ergebnisse Rabuteau's nicht bestätigt. Ekman fand in 100 Gewichtstheilen dreier von Wasser und Aethylalkohol befreiter Kartoffelfuselöle folgende Bestandtheile (in Gewichtstheilen):

	I.	II.	III.
Normalpropylalkohol	9	12	7
Isobutylalkohol	23	30	15
Amylalkohol	61	53	71
Höher siedende Stoffe . . .	7	5	7

Nun sind zwar Ekman's Untersuchungen durchaus nicht einwandsfrei; er hat nicht genügend große Mengen Fuselöl in Arbeit genommen und große Destillationsverluste gehabt (bei dem ersten Fuselöl z. B. 38,9 %). Es ist aber trotzdem zweifellos, daß die neuen Stoffe, welche Rabuteau gefunden haben wollte, in den Fuselölen nicht enthalten waren, da sie anderenfalls von Ekman, welcher besonders auf sie Rücksicht nahm, hätten gefunden werden müssen.

Furfurol wurde zuerst von K. Förster aus dem Fuselöle abgeschieden. A. Jorissen[2]) hatte behufs Nachweises des Fuselöls im Branntwein einen Zusatz von Anilin und Salzsäure zu dem letzteren empfohlen; eine auftretende Rothfärbung sollte Fuselöl anzeigen. K. Förster[3]) wies dagegen nach, daß die rothe Färbung nicht durch die höheren Alkohole, sondern durch Furfurol hervorgerufen wird, und schied letzteres in Substanz aus dem Fuselöl ab. Er schüttelte 6 bis 12 kg Fuselöl mit einer Lösung von Natriumbisulfit, hob die obere Fuselölschicht ab, verdampfte die untere wässerige Schicht zur Trockne, löste wieder in Wasser und destillirte mit Sodalösung. Das Destillat wurde mit Aether ausgeschüttelt, dieser verdunstet und das zurückbleibende schwach gelbliche Oel über Schwefelsäure getrocknet. Die physikalischen Eigenschaften und die Elementaranalyse erwiesen dasselbe als Furfurol. Förster stellte ferner das salzsaure Furfuranilin (den rothen Farbstoff von Stenhouse und Jorissen) dar und identifizirte es durch die Analyse und die Untersuchung der Spektralerscheinungen.

2. Getreidebranntwein.

Das Fuselöl des Getreidebranntweins war bereits Scheele[4]) bekannt, der im Jahre 1785 eine Abhandlung darüber veröffentlichte. Er beobachtete, daß sich bei starker

[1]) F. L. Ekman, Om Bränvinsfinkelolja och dess quantitativa Bestämning. Stockholm 1887. S. 78 bis 92.

[2]) Bull. Acad. Belg. [2]. 1880. 50. 108; Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. 13. 2439.

[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. 15. 230.

[4]) Crell's Annal. 1785. 61.

Kälte aus schwachem Kornbranntwein ein weißer Stoff niederschlägt, der wie Fett im Silberlöffel zusammenschmolz und durch einen widrigen Geruch ausgezeichnet war. Löste er diesen Stoff in französischem Branntwein, so nahm derselbe den Geruch des gewöhnlichen Kornbranntweins an; dies führte ihn zu der Annahme, daß das von ihm gewonnene „Getraidöl“ den eigenthümlichen Geruch des Kornbranntweins verursache.

Der beim Kartoffelbranntwein bereits angezogenen Abhandlung von J. Dumas[1]) ist zu entnehmen, daß man im Anfange dieses Jahrhunderts das Fuselöl des Getreidebranntweins nicht als Gährungsprodukt ansah, sondern annahm, dasselbe sei im Getreide bereits vorgebildet. So wollen z. B. Fourcroy und Vauquelin aus der Gerste 1 % Fuselöl ausgezogen haben; es ist selbstverständlich, daß sie nur das Fett der Gerste, nicht aber das Fuselöl des daraus hergestellten Branntweins erhielten. Man machte überhaupt zwischen dem Fuselöl des Getreidebranntweins und demjenigen des Kartoffelbranntweins einen grundsätzlichen Unterschied; ersteres sei ein schwerflüchtiges, krystallisirbares Fett, das auf Papier einen bleibenden Fettfleck erzeuge, letzteres ein ätherisches Oel.

Die erste genauere Untersuchung über gewisse Bestandtheile des Getreidebranntweins wurde von G. J. Mulder[2]) ausgeführt; dieselbe erstreckte sich auf einen dunkelbraunen, schmierig-fetten, übelriechenden Stoff, der sich bei der Destillation des Getreidebranntweins in dem Apparat absetzt. Mulder behandelte denselben mit schwacher Sodalösung, um freie Säuren zu binden, und destillirte. In der Vorlage sammelte sich ein hellgrüngelbes Oel von durchdringendem Geruch, das durch nochmalige Behandlung mit Sodalösung und Destillation gereinigt wurde. Für das Oel, welches durch kohlensaure Alkalien nicht mehr angegriffen wurde, fand Mulder die empirische Formel $C_{30}H_{53}O_4$ (mit den jetzt gebräuchlichen Atomgewichten). Durch Kalilauge wurde dasselbe in zwei Theile zerlegt; ein Theil blieb unverändert zurück und ein Theil löste sich unter Abscheidung von Aethylalkohol auf. Das durch Kalilauge ausgeschiedene Oel hatte einen starken Geruch nach Phellandrium und die Formel $C_{21}H_{35}O_2$; Mulder nannte dasselbe Kornöl oder Oleum siticum (von σῖτος = Getreide). In seiner später erschienenen „Chemie des Weines“ giebt Mulder[3]) dem Kornöl die Formel $C_{12}H_{17}O$.

Der zweite Theil des nach der Behandlung mit Sodalösung verbleibenden Oeles hatte demnach die Formel $C_9H_{18}O_2$, es war önanthsaures oder heptylsaures Aethyl $C_6H_{13}COOC_2H_5$. Dasselbe wurde durch die Kalilauge verseift, wobei Aethylalkohol und önanthsaures Kalium entstand.

Die Sodalösung, mit welcher das rohe Oel zuerst ausgeschüttelt wurde, enthielt önanthsaures Natrium; durch Schwefelsäure wurde aus demselben die Oenanthsäure frei gemacht. Letztere war somit ebenfalls in der untersuchten Masse enthalten.

Die Bestandtheile des Getreidefuselöles sind demnach nach Mulder: Oenanthsäure, Oenanthäther (önanthsaures Aethyl) und Kornöl, und zwar sind in 100 000 Theilen

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1835. 13. 80.
[2]) Annal. Phys. Chemie 1837. 41. 582; Annal. Chem. Pharm. 1837. 24. 248.
[3]) G. J. Mulder, Die Chemie des Weines (holländisch); deutsch von Karl Arenz. Leipzig 1856 bei J. J. Weber. S. 317

Malzbranntwein 30 Theile Oenanthsäure, 9 Theile Oenanthäther und 5 Theile Kornöl enthalten.

Fünf Jahre später untersuchte H. Kolbe[1]) auf Veranlassung F. Wöhler's ein sogenanntes Fuselöl aus reinem Getreide; er verstand darunter ein bei der Branntweingewinnung auf dem wollenen Tuch, durch welches der aus dem Kühler laufende Branntwein filtrirte, zurückbleibendes Oel von grünlichbrauner Farbe und betäubendem Geruch. Dasselbe wurde so lange mit Wasserdämpfen destillirt, bis nichts mehr überging. Der Rückstand, ein grüner Fettkuchen, wurde mit Kali verseift, filtrirt und mit Schwefelsäure die Fettsäuren frei gemacht; dieselben schmolzen zwischen 30 und 40°. Durch Umkrystallisiren aus heißem Alkohol wurde daraus reine Margarinsäure $C_{17}H_{34}O_2$ gewonnen, die bei 60° schmolz und bei der Elementaranalyse und der Analyse des Bleisalzes gut stimmende Zahlen gab. In der Mutterlauge befand sich Oenanthsäure, welche aber nicht rein dargestellt, sondern nur durch den Geruch des Aethylesters erkannt wurde.

Das mit den Wasserdämpfen überdestillirte Oel enthielt Spuren Margarinsäure, wenig Oenanthäther und hauptsächlich das Kornöl von Mulder; das letztere wurde durch Behandeln mit Kali rein dargestellt. Nach Kolbe besteht daher das Getreidefuselöl aus fast reiner Margarinsäure im freien Zustande mit 1 bis 2 Prozent Kornöl und wenig Oenanthsäure und Oenanthäther.

Durch die Kolbe'sche Untersuchung sah sich G. J. Mulder[2]) veranlaßt, zu prüfen, ob alle Getreidefuselöle Margarinsäure enthalten. Er fand, daß in manchen Fuselölen gar keine Margarinsäure, in anderen nur wenig und in anderen sehr viel Margarinsäure ist. Zur Darstellung des Getreidebranntweins werden in Holland meist ²/₃ kurischer Roggen und ¹/₃ Gerstenmalz genommen; der Rohspiritus hat dann nur wenig fette Bestandtheile von brauner Farbe. Nimmt man anderen, schlechteren Roggen, so enthält der Rohspiritus viel größere Mengen eines weißen Fettes. Mulder theilt noch mit, daß in Holland häufig Butter, Oel und andere Fette in den Gährbottich gebracht werden, um das Ueberlaufen desselben zu verhindern, und meint, daß die fetten Substanzen des Branntweins wohl daher kommen möchten.

C. J. O. Glaßford[3]) untersuchte ein bei der Darstellung des schottischen Whisky entstehendes Oel. Ueber die Herstellung des Whisky theilt er folgendes mit. Das Rohmaterial ist Darrmalz, das bei 38 bis 70° getrocknet wird. Die Art der Trocknung ist von großem Einfluß auf das Aroma des Branntweins; in Schottland wird das Malz durch den Rauch von Lohkuchen getrocknet, daher der rauchige Geschmack des Whisky. Das Destillat der vergohrenen Maische läßt man durch feinen Sand fließen und fängt Vor- und Nachlauf gesondert auf. Auf dem Vorlauf, Feints genannt, schwimmt eine geringe Menge eines grünlichen, durchsichtigen, unangenehm riechenden Oeles. Dann folgt starker Whisky, der mit Wasser verdünnt in den Handel gebracht wird. Der Nachlauf wird Low Wines genannt; Vor- und Nachlauf werden nochmals destillirt, um den Alkoholgehalt anzureichern. Aus ungemälztem Getreide entsteht viel

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1842. 41. 53.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1843. 45. 67.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1845. 54. 104.

mehr von dem beim Vorlauf genannten Oel, aus gehopfter Würze aber gar keins, so daß z. B. im Bier dasselbe ganz fehlt.

Glaßford untersuchte das auf dem Vorlauf schwimmende Oel. Durch Potaschelösung entzog er demselben eine ölige Säure, welche nicht weiter untersucht wurde. Das durch die Potasche nicht angegriffene Oel wurde mit Kali verseift; es entstand Aethylalkohol und ein Gemisch der Kalisalze zweier Fettsäuren, einer flüssigen und einer festen krystallisirenden. Erstere wurde nicht untersucht, letztere kam in ihrer Zusammensetzung der Margarinsäure nahe. Bei der langsamen Destillation des Gesammtöls erstarrte die feste Säure schon im Hals der Retorte; nach dem Umkrystallisiren aus Alkohol schmolz sie bei 60° und hatte auch die Zusammensetzung der Margarinsäure; Glaßford glaubt aber, sie sei wahrscheinlich nicht Margarinsäure.

H. Medlock[1]) untersuchte das Fuselöl eines Kornbranntweins aus einer Londoner Brennerei. Derselbe macht darauf aufmerksam, daß Mulder und Kolbe nur das allerletzte Destillat untersucht haben. In seinem Fuselöl waren die von jenen gefundenen sehr hoch siedenden Stoffe nicht enthalten. Dasselbe begann bei 85° zu sieden; nachdem $^1/_3$ überdestillirt war, war der Siedepunkt bis zu 132° gestiegen und bei dieser Temperatur ging alles über. Die Hauptmasse des Kornfuselöls bildete der Amylalkohol; es war daher dem Kartoffelfuselöl vollkommen gleich.

Zur Zeit der Medlock'schen Untersuchung waren die zwischen dem Aethylalkohol und dem Amylalkohol liegenden Alkohole noch nicht im Fuselöle gefunden worden; A. W. Hofmann vermuthete nun, daß in dem Kornfuselöl auch Propylalkohol und Butylalkohol enthalten seien, und veranlaßte Medlock zu einer fraktionirten Destillation desselben. Dieser fand dieselben aber nicht, sondern nur Aethylalkohol, Wasser und Amylalkohol.

T. H. Rowney[2]) fand im schottischen Getreidefuselöl Wasser, Aethylalkohol, Amylalkohol und Caprinsäure, wahrscheinlich in Form des Amylesters. Er destillirte das Fuselöl, wobei zunächst ein Gemisch von Wasser, Aethylalkohol und Amylalkohol und dann reiner Amylalkohol überging; es hinterblieb ein dunkles Oel von unangenehmem Geruch, das in Potaschelösung unlöslich war. Nach der Verseifung desselben mit Kali destillirte Amylalkohol über; das Kalisalz der zurückbleibenden Fettsäure wurde durch Schwefelsäure zersetzt, die ölige Säure abgehoben, in verdünntem Ammoniak gelöst und durch Chlorbaryum vollkommen ausgefällt. Das Baryumsalz wurde abfiltrirt, in heißem Wasser gelöst, durch Umkrystallisiren gereinigt, mit Natriumcarbonatlösung in das Natronsalz übergeführt und dieses durch Schwefelsäure zersetzt. Die abgeschiedene feste, fast farblose Säure wurde in Alkohol gelöst und mit Wasser versetzt; es krystallisirte Kaprinsäure aus, die bei 27,2° schmolz. Rowney stellte eine große Zahl von Abkömmlingen der Kaprinsäure dar.

Neben der Kaprinsäure enthielt das Fuselöl noch eine geringe Menge einer öligen Säure, welche T. H. Rowney[3]) später aus den bei 190 bis 220° siedenden Antheilen des Fuselöls abschied; sie erwies sich als Kaprylsäure.

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1849. 69. 214.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1851. 79. 236; Transact. Royal Soc. Edinb. 1853. 20. Part II. 219.
[3]) Quart. Journ. Chem. Soc. 1852. 5. 22; Journ. prakt. Chemie 1852. 56. 246.

Ch. M. Wetherill[1]) fand in einem neutralen Fuselöl, das durch Rektifikation eines Gemisches von Korn- und Maisbranntwein erhalten worden war, Essigsäure und Kaprylsäure; mit geringerer Sicherheit wurde die Anwesenheit von Ameisensäure, Kapronsäure und Oenanthsäure dargethan. Von Alkoholen konnte er nur Aethylalkohol und Amylalkohol nachweisen, aber nicht Propyl- und Butylalkohol.

S. J. Kappel[2]) hat in einem Kornbranntwein von 52 Volumprozenten Alkohol freie Baldriansäure nachgewiesen; er giebt ihre Menge zu 0,03125 Gewichtsprozenten an, doch ist hierin wahrscheinlich eine große Menge Essigsäure inbegriffen. (Vergl. Kartoffelbranntwein S. 168).

J. C. Sticht[3]) fand im Maisfuselöl Kapronsäure.

H. Yssel de Schepper und P. Tak[4]) kochten den bei 93 bis 98° siedenden Theil eines Kornfuselöls 24 Stunden mit Kali am Rückflußkühler und entwässerten das Destillat mit Natriumcarbonat. Sie wollen hierbei einen bei 83 bis 84° siedenden Propylalkohol erhalten haben, der nur Isopropylalkohol (Sdp. 81,3° bei 763,3 mm nach R. Schiff[5])) sein könnte. Derselbe war aber offenbar ein Gemisch von Aethylalkohol und Normalpropylalkohol, denn sie erhielten daraus ein bei 72 bis 91° siedendes Jodid, während Aethyljodid bei 72,34° (E. Linnemann[6])) und Normalpropyljodid bei 102,2° (E. Linnemann[7])) siedet. Die Natur des „Propylalkohols" wurde nicht näher erforscht.

E. T. Chapman und M. H. Smith erhielten aus Getreide-Fuselöl reinen Isobutylalkohol[8]) und Normalpropylalkohol.[9]) Ersteren konnten sie durch einfache fraktionirte Destillation abscheiden; sie gewannen aus großen Mengen Fuselöl 5 l Isobutylalkohol vom Siedepunkt 108,5 bis 108,8°. Zur Reindarstellung des Normalpropylalkohols verwandelten sie den bei 80 bis 106° siedenden Antheil des Fuselöls in Bromide und unterwarfen diese der frakionirten Destillation. Das gewonnene Normalpropylbromid siedete bei 70,5°.

F. L. Ekman[10]) untersuchte neben den drei schon (S. 170) erwähnten Kartoffelfuselölen auch ein Getreidefuselöl mit Hilfe der fraktionirten Destillation; er fand in 100 g des von Wasser und Aethylalkohol befreiten Getreidefuselöls 3 g Normal-Propylalkohol, 47 g Isobutylalkohol, 44 g Amylalkohol und 6 g höher siedende Stoffe. In dem schwerflüchtigen Theil vermuthet Ekman höhere Alkohole (Hexyl- und Heptylalkohol) und glaubt, daß die große Menge Isobutylalkohol für die Getreidebranntweine charakteristisch sei.

1) Chem. Gaz. 1853. 281; Journ. prakt. Chemie 1853. 60. 202.
2) Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1859. 8. 340.
3) Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1868. 17. 70; Zeitschr. f. Chemie 1868. 4. 220.
4) Bull. soc. chim. [2]. 1868. 10. 418.
5) Annal. Chem. Pharm. 1883. 220. 331.
6) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 204.
7) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 240.
8) Chem. News 1869. 19. 163.
9) Chem. News 1869. 19. 198.
10) F. L. Ekman, Om Bränvinsfinkelolja och dess quantitativa Bestämning. Stockholm 1887. S. 78 bis 92.

Bei Gelegenheit des Auffindens von Vanillin im Melassenbranntwein machte H. Král[1]) darauf aufmerksam, daß man bei jedem Getreidebranntwein einen vanillinartigen Geruch wahrnehme, wenn man in 50 ccm desselben 1 bis 2 g festes Natron auflöse und den Branntwein bei 50 bis 60° in einen zweiten großen Kolben verdunsten lasse. Darauf theilte E. O. von Lippmann[2]) mit, daß im Getreide, namentlich im Hafer, Vanillin oder ein Vanillin liefernder Stoff gefunden worden sei.

3. Weinbranntwein (Cognak, Tresterbranntwein).

Die Stammsubstanz der hier zu besprechenden Branntweine ist der Wein, das Gährungsprodukt des Traubensaftes. Durch Destillation desselben erhält man den Cognak; durch Destillation der Weintrester wird der Tresterbranntwein, durch Destillation der Weinhefe der Hefenbranntwein gewonnen. Die Art der Darstellung lehrt, daß in diesen Branntweinen alle flüchtigen Bestandtheile des Weines enthalten sind oder wenigstens enthalten sein können. Bei der großen Anzahl der hierher gehörigen Untersuchungen ist es daher zweckmäßig, zunächst die flüchtigen Stoffe aufzuführen, welche in dem Wein selbst aufgefunden worden sind.

Nachdem J. Pelouze und J. Liebig[3]) im Jahre 1836 erkannt hatten, daß das bei der Destillation der Weintrester entstehende, weinig riechende Oel im Wesentlichen aus Oenanthäther bestand, glaubte man lange Zeit, dieser Stoff sei die wahre Ursache des Weingeruchs. Daß der Oenanthäther nicht die alleinige Ursache des Weingeruchs sein könne, mußte man freilich daraus schließen, daß verschiedene Weine häufig einen sehr verschiedenen Geruch haben.

Im Jahre 1852 glaubte F. L. Winckler[4]) den wahren Bouquetstoff des Weines gefunden zu haben. Er verdampfte $^1/_2$ bis 1 Liter Wein auf dem Wasserbad, bis alles flüchtige verdunstet war, und erhielt einen dunklen Rückstand von angenehm säuerlich-weinigem Geruch. Derselbe wurde mit Wasser auf 125 g verdünnt und mit der gleichen Menge frisch gebrannten Aetzkalks destillirt. Das Destillat war eine angenehm und sehr stark riechende Base, die mit Säuren neutrale Salze bildete von einem dem Weinbouquet höchst ähnlichen Geruch. Durch Destillation des Kalkrückstandes mit Schwefelsäure erhielt Winckler eine sehr angenehm, balsamisch riechende Säure, welche sich mit der wohlriechenden Base zu einem flüchtigen Salz verband; dieses Salz soll die Ursache des Weinbouquets sein.

Das wohlriechende flüchtige Alkali von Winckler wurde sofort stark angezweifelt und die von G. C. Wittstein[5]), A. Wurtz[6]), E. Maumené[7]), Günning,[8]) Oudemans[8]) und G. J. Mulder[8]) ausgeführten Nachprüfungen ergaben das Nicht-

[1]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 28.
[2]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 57.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1836. 19. 241.
[4]) Jahrb. prakt. Pharmazie 1852. 25. 7; Dingler's polytechn. Journ. 1852. 126. 315; Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1853. 2. 362.
[5]) Vierteljahresschr. prakt. Pharm. 1853. 2. 363.
[6]) Ann. chim. phys. [3]. 1855. 43. 490.
[7]) E. Maumené, Traité théorique et pratique du Travail des Vins. Paris 1890. 3. Aufl. Bd. 1. 459.
[8]) G. J. Mulder, Die Chemie des Weines; deutsch von Karl Arenz. Leipzig 1856, S. 292 bis 294.

bestehen dieses Stoffes; als flüchtiges Alkali wurde nur Ammoniak, als flüchtige Säure nur Essigsäure gefunden.

Eine treffende Scheidung des Begriffes der Weingerüche wurde von Fuckel[1]), G. E. Habich[2]) und besonders von E. F. Anthon[3]) gegeben. Letzterer unterscheidet den allgemeinen Weingeruch, der allen Weinen gemeinsam ist, von den besonderen Gerüchen, welche einzelnen Sorten zukommen. Der allgemeine Weingeruch hat nach E. Strache[4]) und Fuckel seine hauptsächlichste Ursache im Oenanthäther; Habich glaubt dagegen, daß dieser „stinkende" Stoff nur den Weingeruch beeinträchtige. Die besonderen Gerüche einzelner Weinsorten werden nach Anthon durch Stoffe hervorgerufen, welche entweder schon in der Traube vorhanden sind, z. B. in den Muskateller- und Isabellatrauben, oder erst bei der Gährung entstehen. Die ersteren Stoffe sind meist ätherische Oele und erzeugen die aromatischen Weine. Die letzteren sind meist Ester, deren Säuren theils in den Trauben enthalten sind, theils erst durch die Gährung entstehen; sie bilden die sogenannten Bouquetweine. Als sehr passende Beispiele führt Anthon zwei Fruchtweine, Himbeer- und Erdbeerwein, an. Der Himbeerwein ist ein aromatischer Wein, der vollkommen den Geruch der Himbeere hat. Der Erdbeerwein ist dagegen ein Bouquetwein; das Aroma der Erdbeere wird bei der Gährung vollkommen zerstört und ein ganz anderes Bouquet (durch Ester u. s. w.) gebildet.

Diese Auseinandersetzungen geben ein anschauliches und treffendes Bild von der Zusammensetzung der wohlriechenden Stoffe des Weines; die späteren Untersuchungen haben dasselbe nur bestätigen können. Was die ätherischen Oele anlangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß dieselben zu dem Wohlgeruch der Weine sehr erheblich beitragen. Nach J. Bersch[5]) sind in reifen Trauben neben Vanillin und anderen Bouquetstoffen auch ätherische Oele nachgewiesen worden, welche zum großen Theil die „Blume" des Weines bilden. Ch. Ordonneau[6]) gelang es, aus dem Weindestillat, dem Cognak, ein bei 178° siedendes Terpen abzuscheiden, welches der Hauptträger des Cognakgeruchs zu sein schien. Auch daraus läßt sich auf die Anwesenheit ätherischer Oele im Wein schließen, daß man zur Erzeugung wohlriechender Weine dem Moste vielfach Pflanzentheile, welche ätherische Oele enthalten, oder auch unmittelbar die durch Gährung zerquetschter Pflanzentheile gewonnenen sogenannten Fermentöle zusetzt. Und zwar erreicht man durch den Zusatz bestimmter Stoffe auch den Wohlgeruch bestimmter Weinsorten, z. B. nach G. J. Mulder[7]) durch Zusatz von Veilchenwurzel das Bouquet des Bordeauxweins; sehr häufig dienen die Traubenblüthen zur Erhöhung des Bouquets, und nach Faber[8]) sollen fast alle griechischen Weine dieser Behandlung ihren Wohlgeruch verdanken.

[1]) Wochenblatt d. Ver. Nassauischer Land- und Forstwirthe 1856. 73.
[2]) Dingler's polytechn. Journ. 1859. 152. 72; 153. 63.
[3]) Dingler's polytechn. Journ. 1860. 157. 297.
[4]) Dingler's polytechn. Journ. 1858. 147. 230.
[5]) J. Bersch, Die Praxis der Weinbereitung. Berlin 1889 bei Paul Parey, S. 15 bis 17 und 625.
[6]) Compt. rend. 1886. 102. 217.
[7]) Mulder, Chemie des Weines S. 351.
[8]) Polytechn. Centralblatt 1854. 1533.

Die Menge der flüchtigen Säureester ist im Wein verhältnißmäßig sehr klein, wie namentlich die Untersuchungen von M. J. Berthelot[1]) und E. Maumené[2]) dargethan haben. Unter den Estern überwiegt weitaus der Essigäther; Oenanthäther ist nur wenig vorhanden. E. Maumené[3]) führt als Bestandtheile fast aller Weine neben Essigäther und Oenanthäther auf: propionsaures Aethyl, die Amylester der Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Kapronsäure, Kaprylsäure, Pelargonsäure und Kaprinsäure und ferner essigsaures Octyl; als wahrscheinliche Bestandtheile nimmt er auch die Aethylester dieser Säuren an. Dem Verfasser dieser Abhandlung ist es nicht bekannt geworden, wo die betreffenden Untersuchungen veröffentlicht worden sind.

Von den anderen flüchtigen Bestandtheilen des Weins stehen die freien Fettsäuren im Vordergrund. Unter diesen überwiegt die Essigsäure alle anderen in hohem Maße; thatsächlich dürfte kaum ein Wein gefunden werden, der nicht geringe Mengen Essigsäure enthielte. Von älteren Angaben über den Essigsäuregehalt des Weins seien Silvestri und Gianelli[4]), S. de Luca[5]), A. Béchamp[6]), L. Pasteur[7]) und G. C. Wittstein[8]) genannt. E. Maumené[9]) behauptete zwar, in gut bereitetem Wein sei keine Essigsäure, aber A. Béchamp[6]) wies nach, daß sogar frischer Most bereits Essigsäure enthält, deren Menge sich zu der bei der Gährung desselben Mostes entstandenen wie 1 : 5 verhielt; auch bei der Vergährung des Zuckers unter Luftabschluß (in einer Kohlensäureatmosphäre) entstand Essigsäure, so daß letztere nicht nur als Oxydationsprodukt des Alkohols aufgefaßt werden kann. Später wurde die Gegenwart der Essigsäure im Wein nicht mehr in Frage gestellt und sind sehr zahlreiche Bestimmungen derselben (bei allen vollständigen Weinanalysen) gemacht worden.

Von anderen im Wein vorkommenden freien Säuren ist wenig bekannt. F. L. Winckler[10]) will in dem Destillat einer geringen Sorte eines 1851er Bergsträßer Weines Propionsäure gefunden haben. A. Béchamp[11]) erhielt aus einem umgeschlagenen Weine (vin tourné) ein sehr saures Destillat, das viel Propionsäure enthielt; während Béchamp glaubt, dieselbe sei aus dem Glycerin entstanden, nimmt J. Nicklès[12]) an, dieselbe sei aus dem Weinstein gebildet worden (diese beiden Stoffe sind in dem umgeschlagenen Wein verschwunden). A. J. Balard[13]) hatte in umgeschlagenem Wein keine Propionsäure, dagegen 1,5 g Essigsäure im Liter gefunden.

Nach E. Duclaux[14]) enthält der Wein stets geringe Mengen Buttersäure, meist

[1]) Compt. rend. 1863. 57. 231, 287, 795 und 983; 1864. 58. 80.
[2]) Compt. rend. 1863. 57. 482, 957 und 1032; 1864. 58. 137.
[3]) E. Maumené, Travail des Vins; 3. Aufl. 1890. 1. 452.
[4]) Compt. rend. 1859. 49. 255; Cimento 1859. 8. 407.
[5]) Compt. rend. 1863. 57. 520.
[6]) Compt. rend. 1863. 56. 969; 57. 496.
[7]) Compt. rend. 1863. 56. 989.
[8]) Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1864. 13. 171.
[9]) Compt. rend. 1863. 57. 398.
[10]) Jahrb. prakt. Pharmazie 1853. 26. 209.
[11]) Compt. rend. 1863. 56. 969 und 1184.
[12]) Journ. pharm. chim. 1862. 42. 90.
[13]) Compt. rend. 1861. 53. 1226.
[14]) Compt. rend. 1874. 78. 1160; Ann. chim. phys. [5]. 1874. 7. 251; Bull. soc. chim. [2]. 1874. 22. 138.

1 Theil auf 12 bis 15 Theile Essigsäure; auch Baldriansäure fehlt selten in geringen Mengen (höchstens 10 mg im Liter). Höhere Fettsäuren sind im Wein stets nachweisbar. Durch die Krankheiten des Weines werden die flüchtigen Säuren beeinflußt; umgeschlagener und trüber Wein enthielt gleiche Mengen Essigsäure und Propionsäure, herb gewordener Wein viel mehr Buttersäure als normaler. E. Mach und K. Portele[1]) fanden im Wein aus Trauben, welche durch Ueberschwemmung gelitten hatten, neben Essigsäure eine erhebliche Menge Buttersäure.

Die Frage nach dem Ameisensäuregehalt des Weines ist gelegentlich der Prüfung einer von W. Wartha[2]) angegebenen Methode zur Bestimmung der schwefligen Säure im Wein entschieden worden. Wartha versetzt die zuerst übergehenden Theile des Weindestillats mit Silbernitrat und schließt aus einer auftretenden weißen Fällung oder Opalescenz auf die Anwesenheit von schwefliger Säure. Demgegenüber beobachtete B. Haas[3]), daß diese Reaktion auch bei Wein eintritt, der frei von schwefliger Säure ist, und L. Liebermann[4]) gab geradezu Ameisensäure als den Stoff an, der diese Reaktion gibt. Darauf setzte W. Wartha[5]) einem Weine Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure zu und fand, daß das Destillat keine Reaktion mit Silbernitrat gab; L. Liebermann[6]) theilte dem gegenüber mit, daß zum Eintritt der Reaktion zwischen Ameisensäure und Silbernitrat eine Spur einer Basis anwesend sein müsse. Dies trifft beim Wein thatsächlich zu, wie L. Liebermann und besonders S. Kiticsán[7]) nachwiesen; letzterer fand im Weindestillat in allen Fällen Ammoniak und Ameisensäure. An der Gegenwart der letzteren in manchen Weinen ist sonach nicht mehr zu zweifeln.

Von anderen flüchtigen Weinbestandtheilen ist der Aldehyd zu nennen, der von Magnes-Lahens[8]) im Wein nachgewiesen wurde; später fand ihn auch C. Weigelt[9]) in altem „Aeschgriesler", einem Elsässer Wein mit eigenthümlichem Walnußgeschmack. Der Aldehyd dürfte nur selten im Wein fehlen.

E. Ludwig[10]) wies Trimethylamin in mehreren österreichischen und ungarischen Weinen nach. Er destillirte den Alkohol ab, versetzte den Rückstand mit Kali, destillirte und neutralisirte das alkalische, viel Ammoniak enthaltende Destillat mit Schwefelsäure. Die schwefelsauren Salze wurden mit absolutem Alkohol ausgezogen, der Auszug verdampft und der Rückstand mit Natron destillirt; das Destillat enthielt Trimethylamin, das an Salzsäure gebunden und in das Platinchlorid-Doppelsalz übergeführt wurde.

A. Henninger[11]) fand in rothem Bordeauxwein Isobutylenglykol, etwa 0,5 g auf

[1]) Landwirthschaftl. Versuchsstat. 1890. **37.** 305.
[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. **13.** 660.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. **15.** 154.
[4]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. **15.** 437.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. **15.** 1398.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. **15.** 2553.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. **16.** 1179.
[8]) Journ. pharm. chim. [3]. 1855. **27.** 37; Vierteljahresschr. prakt. Pharmazie 1855. **4.** 575 Dingler's polytechn. Journ. 1885. **137.** 467.
[9]) Repert. analyt. Chemie 1884. **4.** 333.
[10]) Ber. Wiener Akad. 1867. **56.** (2. Abtheilung). 287.
[11]) Compt. rend. 1882. **95.** 91.

1000 g Wein. M. J. Berthelot[1]) zog Wein mit Aether aus und verdunstete letzteren. Der Aetherrückstand, der alle Geruchstoffe des Weines enthielt, war durch Wärme und Luft sehr leicht veränderlich. In demselben fand er folgende Stoffe: eine kleine Menge Amylalkohol und freie Säure und ein in Wasser unlösliches Oel, das vielleicht Oenanthäther war. Als besonders wichtig für das Weinaroma bezeichnet Berthelot eine nichtflüchtige (?) Substanz, welche sich an der Luft leicht zersetzte und Aldehydreaktion gab, und einen Stoff von schwachem Weingeruch. Hier muß indeß ein Irrthum untergelaufen sein, da ein nichtflüchtiger Stoff nicht zu dem Aroma des Weines beitragen kann. Aldehyd hat Berthelot nicht gefunden.

Bei der Destillation des Weines behufs Darstellung des Cognaks gehen nicht alle flüchtigen Stoffe desselben in den Cognak über, sondern man leitet die Destillation in der Weise, daß ein großer Theil der schwerflüchtigen Bestandtheile in dem Destillationsrückstand bleibt. Dieses „Weinfuselöl", das sich auch in besonders reichlicher Menge im Weintrester- und Weinhefenbranntwein findet, ist wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen.

J. Pelouze und J. Liebig[2]) waren die Ersten, die sich damit beschäftigten. Ueber die Darstellung des Weinhefenbranntweins geben dieselben folgendes an. Die am Boden des Gährgefäßes sitzende Weinhefe wird mit ihrem halben Gewicht Wasser versetzt und über freiem Feuer destillirt. Der gewonnene Branntwein zeigt 15° Cartier (spez. Gewicht $0,_{9695}$ entsprechend $21,_{69}$ Gewichtsprozent Alkohol); durch nochmalige Destillation wird er auf 22° Cartier (spez. Gewicht $0,_{9237}$ entsprechend $47,_{50}$ Gewichtsprozent Alkohol) gebracht. Wenn bei der zweiten Destillation der Branntwein noch 15° Cartier (spez. Gewicht $0,_{9695}$ entsprechend $21,_{69}$ Gewichtsprozent Alkohol) zeigt, beobachtet man das Auftreten eines Oeles, welches Pelouze und Liebig untersuchten. Auf 10000 kg Destillat oder 40000 kg Wein wurde 1 kg des Oels erhalten.

Das untersuchte Oel war schwach grün gefärbt, von scharfem Geruch und Geschmack. Es erwies sich als ein Gemisch von Säuren und Estern, welche durch Destillation (der Ester war flüchtiger als die Säure) oder besser durch Schütteln mit Sodalösung (s. S. 153) getrennt werden konnten. Pelouze und Liebig nahmen darin nur einen Ester und eine Säure an und bezeichneten dieselben als Oenanthäther und Oenanthsäure (von *οἶνος* = Wein und *ἄνθος* = Blume). Der durch Chlorcalcium getrocknete Ester war dünnflüssig, farblos, von scharfem Geschmack und starkem Weingeruch. Bei der Destillation mit Wasserdämpfen gingen mit 1 kg Wasser 12 g des Esters über; sein Siedepunkt lag bei 225 bis 230°, sein spezifisches Gewicht war $0,_{862}$. Bei der Verseifung mit Kali entstand Aethylalkohol und önanthsaures Kali; die aus dem letzteren durch Schwefelsäure freigemachte Oenanthsäure schmolz bei $13,_{2}$°.

Die „Oenanthsäure" von Pelouze und Liebig ist mit der Heptylsäure $C_7H_{14}O_2$, welche allgemein als Oenanthsäure bezeichnet wird, nicht identisch. Wenn dieselbe überhaupt einheitlich war, kann sie nur Nonylsäure oder Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$ gewesen

[1]) Compt. rend. 1863. 57. 231 und 287.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1836. 19. 241.

sein. Folgende Zusammenstellung der Eigenschaften der Säure von Pelouze und Liebig sowie der Nonylsäure und der Heptylsäure läßt dies deutlich erkennen.

		Säure von Pelouze und Liebig			Nonylsäure (Pelargonsäure)	Heptylsäure (Oenanthsäure)
Elementaranalyse der Säure	Prozent C	69,28	69,74	68,59	68,33	64,60
	Prozent H	11,54	—	11,56	11,42	10,79
Schmelzpunkt der Säure		13,2°			12,5°[1])	— 10,5°[2])
Elementaranalyse des Aethylesters	Prozent C	71,81	72,50	72,02	70,95	68,33
	Prozent H	11,84	11,86	12,05	11,85	11,42
Spez. Gew. des Esters		0,862			0,8655[1])	0,8716[3])
Siedepunkt des Esters		225° bis 239°			227° bis 228°[1])	187° bis 188°[3])

Bezüglich der Zusammensetzung der Säure und des Esters ist noch zu bemerken, daß diejenige der Nonylsäure und Heptylsäure mit Hülfe der neueren Atomgewichte (H = 1, O = 15,96, C = 11,97) berechnet sind; rechnet man die Zahlen von Pelouze und Liebig unter Zugrundelegung dieser neuen Werthe um, so werden die Prozentzahlen des Kohlenstoffs um 1 Prozent kleiner, wodurch die Uebereinstimmung mit der Nonylsäure noch größer wird.

Die Identität der „Oenanthsäure" von Pelouze und Liebig mit der Pelargonsäure $C_9 H_{18} O_2$ wurde durch die Untersuchungen von Delffs[4]) noch näher dargethan. Das zu diesen Versuchen dienende gelbliche, schwach saure Weinfuselöl begann bei 240° zu sieden. Delffs fing das bei 246 bis 250° Uebergehende gesondert auf, entfernte die freien Säuren durch Schütteln mit Sodalösung, trocknete den Ester mit Chlorcalcium und rektifizirte ihn wiederholt. Elementaranalyse, Gasvolumgewicht und Siedepunkt (224°) erwiesen, daß Pelargonsäure-Aethylester $C_8 H_{17} COO C_2 H_5$ vorlag. Nach der Verseifung desselben mit Kali wurde das Silbersalz und das Baryumsalz der Säure dargestellt; auch deren Analyse gab auf Pelargonsäure stimmende Zahlen.

Im folgenden Jahre (1852) untersuchte H. Schwarz[5]) ein in Ungarn aus Weintrestern destillirtes, „Ungarweinöl", das zur Herstellung künstlichen Cognaks diente; ein Kilogramm desselben kostete 414 Mark. Das dünnflüssige, sehr stark riechende Oel wurde mit Kali verseift und der entstandene Aethylalkohol abdestillirt. Aus dem zurückbleibenden Kalisalz wurde durch Schwefelsäure ein öliges Säuregemisch abgeschieden, das mit Wasserdämpfen destillirt wurde. Im Rückstand hinterblieb eine krystallinisch erstarrende Fettsäure, die nicht näher untersucht wurde. Auf dem überdestillirten Wasser schwamm eine ölige Säure, die mit kohlensaurem Natron neutralisirt wurde; hierbei hinterblieben einige nach Citronenöl riechende Tröpfchen. Das Natriumsalz wurde mit Silbernitrat gefällt, das Silbersalz umkrystallisirt und analysirt; die Säure erwies sich als Oenanthsäure oder Heptylsäure $C_7 H_{14} O_2$.

[1]) Th. Zincke und A. Franchimont, Annal. Chem. Pharm. 1872. **164**. 333 und 339.
[2]) H. Schorlemmer und C. Grimshaw, Annal Chem. Pharm. 1873. **170**. 141.
[3]) A. Lieben und G. Janecek, Annal. Chem. Pharm. 1877. **187**. 143.
[4]) Annal. Phys. Chemie 1851. **81**. 505; Annal. Chem. Pharm. 1851. **80**. 291.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1852. **81**. 82; Dingler's polytechn. Journ. 1853. **127**. 78.

Bald darauf theilte H. Fehling[1]) das Ergebniß der Untersuchung eines „Weinbeeröls" des Handels mit, das zur Rumfabrikation verwandt wurde. Es ergab bei der Elementaranalyse die Formel C_{23} H_{24} O_4 (H = 1, O = 8, C = 6) und lieferte bei der Verseifung reine Kaprinsäure; es war daher offenbar kaprinsaures Aethyl C_{12} H_{24} O_2 (mit den neuen Atomgewichten).

Die Ergebnisse aller bisher aufgeführten Untersuchungen über die Natur der höheren Fettsäuren des Weinfuselöls entbehren der genügenden Sicherheit. Denn wie schon früher (S. 165) hervorgehoben wurde, kann durch die chemische Analyse allein nicht festgestellt werden, ob eine Fettsäure wirklich ein einheitlicher Stoff ist; bei den hier in Frage stehenden Fettsäuren der 7. bis 10. Kohlenstoffreihe (Oenanthsäure, Kaprylsäure, Pelargonsäure und Kaprinsäure) ist auch der Schmelzpunkt zu einer sicheren Entscheidung nicht geeignet. Der einzige Weg, die Fettsäuren des Fuselöls mit Sicherheit zu erforschen, ist die fraktionirte Fällung derselben.

Dieses Verfahren wurde zuerst von A. Fischer[2]) eingeschlagen. Derselbe untersuchte ein in Hambach a. d. Hardt fabrikmäßig dargestelltes, klares, durch Kupfer grün gefärbtes Weinfuselöl von scharfem Geruch und Geschmack. Dasselbe begann bei 220° zu sieden; die Temperatur blieb bei 246° längere Zeit konstant und stieg bis 312°, wobei ein starres Fett hinterblieb. Das Destillat wurde durch Schütteln mit Sodalösung von den freien Säuren befreit, mit Chlorcalcium getrocknet und im Wasserstrom fraktionirt destillirt. Da das Ergebniß der fraktionirten Destillation wenig befriedigend war, schritt Fischer zur fraktionirten Fällung der Fettsäuren. Er verseifte die Ester, schied die freien Fettsäuren ab, löste das Säuregemisch (30 g) in absolutem Alkohol, neutralisirte dasselbe mit Natron und fällte in der Weise fraktionirt mit Baryumacetat, daß bei jeder Fällung etwa $1/_{10}$ der Säuren ausgefällt wurde. Die einzelnen Fällungen wurden umkrystallisirt und analysirt. Die sechs ersten Fällungen bestanden aus kaprinsaurem Baryum, die drei letzten und das aus der Mutterlauge auskrystallisirende Salz aus kaprylsaurem Baryum; Pelargonsäure war somit in dem Säuregemisch nicht enthalten. Die aus dem Baryumsalz abgeschiedene Kaprinsäure schmolz bei 29,5°, die schweißähnlich riechende Kaprylsäure bei 13°; das synthetisch hergestellte kaprinsaure Aethyl siedete bei 243 bis 245°.

Die von dem kaprylsauren Baryum abfiltrirte Mutterlauge enthielt sehr viel Essigsäure aus dem zur Fällung zugefügten Baryumacetat. Fischer fällte mit Schwefelsäure alles Baryum aus, neutralisirte mit Natriumkarbonat und engte stark ein, wodurch viel Natriumacetat auskrystallisirte. Aus den in Lösung verbleibenden Natriumsalzen wurden die Säuren freigemacht und wiederholten partiellen Sättigungen mit Alkali und darauf folgenden Destillationen nach dem Verfahren von Liebig (S. 160) unterworfen. Das letzte Destillat war frei von Essigsäure und roch nach Buttersäure und Kaprylsäure; die erstere wurde jedoch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

F. Grimm[3]) unterwarf die Fettsäuren eines ungarischen, von einer Weinsteinfabrik in Pest bezogenen Weinfuselöls einer genauen Untersuchung. Das Fuselöl war

[1]) Dingler's polytechn. Journ. 1853. 130. 77.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1860. 115. 247; 1861. 118. 307.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 157. 264.

dunkelweingelb, von starken unangenehmen Geruch und hatte das spezifische Gewicht 0,85 bei 20°. Bei der Destillation von 12½ kg dieses Oeles ging etwa die Hälfte unter 140° über; dieser flüchtigste Theil, der neben geringen Mengen von Estern Aethylalkohol und Amylalkohol enthielt, wurde nicht weiter untersucht. Der Rückstand wurde mit Natriumhydrat verseift, wobei zwei Schichten entstanden: eine obere, welche neben Aethylalkohol viel Amylalkohol enthielt und nicht näher untersucht wurde, und eine untere, welche die Natriumsalze der Fettsäuren enthielt. Aus letzteren wurden mit Schwefelsäure die Fettsäuren frei gemacht, welche ein braunes übelriechendes Oel darstellten. Sie wurden durch Auflösen in Ammoniak und Fällen mit Chlorbaryum gereinigt. Nach mehrmaliger Ausführung dieses Verfahrens wurde ein fast weißes festes Fettsäuregemisch erhalten, das bei 20° schmolz und zwischen 225 und 280° überdestillirte. Dasselbe wurde in absolutem Alkohol gelöst und mit einer gesättigten heißen Lösung von Baryumhydrat in Wasser fraktionirt gefällt. Das Ergebniß der Untersuchung war, daß die Fettsäuren des Weinfuselöls zu ⁴⁄₅ aus Kaprinsäure und zu ¹⁄₅ aus Kaprylsäure nebst sehr wenig einer niederen Fettsäure (Kapron- oder Oenanthsäure) bestanden; Pelargonsäure war entweder gar nicht oder nur spurenweise vorhanden.

Neben den höheren Fettsäuren und deren Estern sind in den Weindestillaten auch höhere Alkohole enthalten. Ein Weintresterfuselöl, das Krutzsch[1]) untersuchte, begann bei 90° zu sieden und war bei 160° überdestillirt. Krutzsch stellte aus dem Fuselöl nur Amylalkohol dar.

Fast gleichzeitig beobachtete A. J. Balard[2]), daß der schlechte Geschmack vieler Weinbranntweine durch die Anwesenheit von Fuselöl verursacht wird und daß man letzteres in reichlichster Menge erhält, wenn man die Trester nach dem Uebergehen des Alkohols noch weiter destillirt. Das Oel bestand nach Balard aus Amylalkohol und höheren Fettsäureestern; er stellte nur den Amylalkohol dar.

G. Chancel[3]) unterwarf 18 Liter Fuselöl aus Tresterbranntwein der fraktionirten Destillation. Es bestand zum großen Theil (mehr als die Hälfte) aus Amylalkohol. In dem unter 130° siedenden Antheil wies Chancel Aldehyd, Propylalkohol und Butylalkohol nach. Den Propylalkohol konnte er rein darstellen und analysiren; der Siedepunkt desselben lag bei 96,5°. In den höher als 132° siedenden Antheilen des Weintresterfuselöls vermuthete Chancel Hexyl- oder Capronylalkohol $C_6H_{14}O$ und Heptyl- oder Oenanthylalkohol $C_7H_{16}O$; er konnte sie aber nicht isoliren.

Später zweifelte D. Mendelejeff[4]) an dem Vorkommen von Normalpropylalkohol in dem Fuselöl des Weinbranntweins und überhaupt an der Existenz desselben, da sich ein von Chancel selbst erhaltener „Gährungspropylalkohol“ nach dem Entwässern mit Aetzkalk durch fraktionirte Destillation in Aethylalkohol und Amylalkohol zerlegen ließ; Mendelejeff standen nur 37 g des Alkohols zur Verfügung.

[1]) Journ. prakt. Chemie 1844. 31. 1; Annal. Chem. Pharm. 1844. 52. 317.
[2]) Annal. chim. phys. [3]. 1844. 12. 294; Annal. Chem. Pharm. 1844. 52. 311.
[3]) Compt. rend. 1853. 37. 410; Annal. Chem. Pharm. 1853. 87. 127.
[4]) Bull. soc. chim. [2]. 1868. 10. 44.

Bald darauf stellte jedoch R. Fittig[1]) die Gegenwart des Normalpropylalkohols unter den Gährungsprodukten mit Sicherheit fest. Derselbe untersuchte einen von C. Marquart in Bonn bezogenen „Gährungspropylalkohol“, der große Mengen anderer Alkohole enthielt. Das Gemisch wurde bromirt und die Bromide der fraktionirten Destillation unterworfen: Fittig erhielt auf diesem Wege aus 500 g des käuflichen Produkts über 100 g reines Propylbromid entsprechend 49 g Propylalkohol oder 10 % des käuflichen. Das Bromid wurde durch den Siedepunkt und die Analyse identifizirt; bei der von C. A. Schäffer ausgeführten Oxydation entstand Propionsäure, deren Silbersalz analysirt wurde. Wenn der „Gährungspropylalkohol“, den Mendelejeff in Händen hatte, ähnlich stark verunreinigt war wie der Fittig'sche, so ist es leicht verständlich, daß die Reindarstellung des Propylalkohols aus 37 g nicht möglich war.

Die Isolirung der von Chancel vermutheten, höher als der Amylalkohol siedenden Alkohole aus dem Weintresterfuselöl gelang V. Faget mit Hilfe der fraktionirten Destillation des über 133 ° siedenden Antheils des mit Kali behandelten Fuselöls. Der dargestellte Hexylalkohol[2]) oder Caproylalkohol $C_6H_{14}O$ siedete bei 148 bis 154 °, war fast farblos, stark lichtbrechend und roch aromatisch. Der Heptylalkohol[3]) oder Oenanthylalkohol $C_7H_{16}O$ siedete bei 155 bis 160 °; der Geruch erinnerte an Räume, in denen Weinbranntwein destillirt wird. Beim Behandeln des Alkohols mit Natronkalk entstand Oenanthsäure. Nach dem Siedepunkt zu urtheilen, waren beide Alkohole nicht rein; der normale Hexylalkohol[4]) siedet bei 156,4 bis 156,8 °, der normale Heptylalkohol[5]) bei 175,5 °.

Das von F. Grimm untersuchte ungarische Weinfuselöl bestand, wie S. 182 mitgetheilt wurde, zur Hälfte aus Wasser und Alkoholen; auf Anrathen von E. v. Gorup-Besanez unternahmen es Halenke und Kurtz[6]), die Alkohole dieses Fuselöls zu bestimmen. In dem von 96 bis 120 ° siedenden Antheil aus 30 kg Fuselöl fanden sie indeß nur Wasser, Aethylalkohol und Amylalkohol; Propylalkohol und Butylalkohol können daher nur in sehr geringen Mengen vorhanden gewesen sein.

Einer Beschreibung des Verfahrens zur fabrikmäßigen Darstellung des Wein- oder Drusenöls von A. Rautert[7]) ist zu entnehmen, daß durch Destillation von 2500 kg Drusen (Weingeläger) 1 kg des Oels gewonnen wird, welches einen Preis von 500 Gulden erzielt.

Ueber die Zusammensetzung des Cognaks, des Destillationsproduktes des Weins, liegen nur wenige Untersuchungen französischer Forscher aus der neuesten Zeit vor.

Ch. Ordonneau[8]) unterwarf 3 hl eines unverfälschten, 25 Jahre alten Cognaks der fraktionirten Destillation. Der Vorlauf enthielt Aldehyd, Essigäther, Acetal und

---

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1869. **149**. 318.
[2]) Compt. rend. 1853. **37**. 730; Annal. Chem. Pharm. 1853. **88**. 325.
[3]) Bull. soc. chim. 1862. **4**. 59; Annal. Chem. Pharm. 1862. **124**. 355.
[4]) A. Zander, Annal. Chem. Pharm. 1875. **224**. 82.
[5]) C. Schorlemmer, Annal. Chem. Pharm. 1884. **177**. 303.
[6]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **157**. 270 Anmerkung.
[7]) Dingler's polytechn. Journ. 1857. **143**. 71.
[8]) Compt. rend. 1886. **102**. 217; Journ. pharm. chim. 1887. **15**. 631.

kleine Mengen Propionsäure- und Buttersäureester; der Nachlauf (1057,5 g) hatte den charakteristischen Geruch des Cognaks. In 1 hl Cognak wurden gefunden:

	g
Aldehyd	3,0
Acetal	35,0
Essigäther	35,0
Normal-Propylalkohol	40,0
Normal-Butylalkohol	218,6
Amylalkohol	83,8
Hexylalkohol	0,6
Heptylalkohol	1,5
Ester der Propionsäure, Buttersäure und Kapronsäure	3,0
Oenanthäther	4,0
Basen	4,0

Das wichtigste Ergebniß seiner Untersuchungen schien Ordonneau der Nachweis der großen Menge Normalbutylalkohol zu sein; er hielt es für bemerkenswerth, daß durch den Normalbutylalkohol und Amylalkohol der Geschmack des Cognaks nicht verschlechtert wurde. Zum Vergleich unterwarf er auch Branntweine aus Mais, Rüben und Kartoffeln der fraktionirten Destillation; der Nachlauf derselben enthielt Propylalkohol, optisch aktiven und inaktiven Amylalkohol, eine bei 180° bis 200° siedende Pyridinbase (wahrscheinlich Kollidin) und Isobutylalkohol, aber keine Spur Normalbutylalkohol. Er glaubte demnach in dem Normalbutylalkohol ein normales Produkt der durch die elliptische (Wein-) Hefe hervorgerufenen Gährung gefunden zu haben, während durch die Bierhefe Isobutylalkohol erzeugt werde.

Zum Beweis dieser Annahme vergohr Ordonneau 100 kg Raffineriemelasse mit Weinhefe und erhielt 19 Liter fuseligen Branntweins mit 92 Prozent Alkohol; das Fuselöl dieses Branntweins bestand in der That wesentlich aus Normalbutylalkohol und Amylalkohol und war dem bei der Destillation jungen Weines gewonnenen Fuselöl sehr ähnlich. Die Ursache des schlechten Geruchs des sogenannten trois-six fand Ordonneau in dem Isobutylalkohol, der bei der technischen Rektifikation nicht entfernt werde.

Das eigentlich weinige Bouquet des Cognaks war durch ein bei 178° siedendes Terpen verursacht, welches zu 1,2 g im Hektoliter Cognak gefunden wurde; die Oxydationsprodukte dieses besonders reichlich in weißen Weinen vorkommenden Terpens geben den Wohlgeruch des alten Cognaks. Die Pyridinbasen geben dagegen manchen Cognaksorten einen „trockenen" Geschmack und schaden der Qualität.

Daß sich Ordonneau bezüglich des Einflusses, den er dem Isobutylalkohol auf den Geruch der sogenannten Industriebranntweine zuschrieb, im Irrthum befand, war vorauszusehen; denn der Isobutylalkohol riecht viel weniger unangenehm als der Amylalkohol und nähert sich in seinem Geruch schon mehr dem Propyl- und Aethylalkohol. Dies wurde durch die Untersuchungen von E. Claudon und E. Ch. Morin[1])

[1]) Compt. rend. 1887. 104. 1109; Journ. pharm. chim. 1887. 15. 628.

bestätigt, welche 100 kg Rohrzucker mit der Hefe eines Weines vom Jahre 1885 vergohren; die Hefe war durch Reinzucht von anderen Fermenten befreit. 100 kg des mit Weinhefe vergohrenen Rohrzuckers lieferten folgende Stoffe:

Aldehyd	Spuren
Aethylalkohol	50 615,0 g
Normalpropylalkohol	2,0 „
Isobutylalkohol	1,5 „
Amylalkohol	51,0 „
Oenanthäther	2,0 „
Essigsäure	205,0 „
Isobutylenglycol	158,0 „
Glycerin	2120,0 „
Bernsteinsäure	452,0 „

Bemerkenswerth ist, daß unter den Gährungsprodukten des Rohrzuckers unter dem Einfluß elliptischer Hefe Basen, Normalbutylalkohol und Buttersäure nicht gefunden wurden. Ordonneau's Theorie, daß durch die Weinhefe stets Normalbutylalkohol erzeugt werde, erschien somit hinfällig.

Zur Lösung dieses Widerspruchs stellte Ordonneau seinen Fachgenossen Claudon und Morin 250 ccm des von ihm aus dem Cognak abgeschiedenen Fuselöls zur Verfügung; die letzteren[1]) unterwarfen das Fuselöl der fraktionirten Destillation und fanden in 100 g:

Wasser	18,5 g
Aethylalkohol	10,5 „
Normal-Propylalkohol	8,3 „
Isobutylalkohol	3,2 „
Normal-Butylalkohol	34,5 „
Amylalkohol	24,1 „
Fettsäureester und höhere Alkohole .	0,9 „
	100,0 g

Auf 100 Theile der höheren Alkohole (Propyl-, Butyl- und Amylalkohol) fanden demnach:

	Claudon und Morin	Ordonneau
Normal-Propylalkohol	11,9	11,1
Isobutylalkohol . . .	4,5	0,0
Normal-Butylalkohol .	49,3	63,8
Amylalkohol	34,4	24,5

Der von Ordonneau untersuchte Cognak enthielt also in der That Normalbutylalkohol. Die Erklärung hierfür wurde bald darin gefunden, daß der Wein, aus welchem der Cognak destillirt war, fehlerhaft gewesen war. Derselbe enthielt den sehr verbreiteten Bacillus butylicus, welcher den Zucker und das Glycerin des Weines unter Bildung von Normalbutylalkohol zersetzt. Durch die Gegenwart des Normalbutyl-

[1]) Compt. rend. 1887. 104. 1187; Journ. pharm. chim. 1887 15. 631.

alkohols wird auch die Bildung einer großen Menge Buttersäure (117,4 g im Hektoliter Cognak) erklärt, welche Ordonneau fand.

Nachdem festgestellt war, daß der von Ordonneau untersuchte Cognak eine unnormale Beschaffenheit gehabt hatte, unternahm C. Ch. Morin[1]) die Untersuchung eines normalen Cognaks, der im Jahre 1883 in der unteren Charente gebrannt worden war. Morin nahm 92 Liter Cognak in Arbeit, aus denen er durch fraktionirte Destillation 352 g entwässertes Fuselöl erhielt; bei der weiteren Destillation wurden daraus noch 7 g Wasser und 130 g Aethylalkohol abgeschieden. Die aus 100 Liter Cognak gewonnenen Stoffe sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; daneben sind die Bestandtheile des Destillats des durch elliptische Hefe vergohrenen Rohrzuckers von gleichem Alkoholgehalt aufgeführt.

	Cognak	Destillat des vergohrenen Rohrzuckers
Aldehyd	Spur	Spur
Aethylalkohol	50 837 g	50 615
Normalpropylalkohol . . .	27,17 „	2,0
Isobutylalkohol	6,25 „	1,5
Amylalkohol	190,21 „	51,0
Furfurol und Basen . . .	2,19 „	0
Aetherisches Weinöl . . .	7,61 „	2,0
Essigsäure	Spur	0
Buttersäure	Spur	0
Isobutylenglycol } mit übergerissen	2,19 g	0
Glycerin . . . } mit übergerissen	4,38 „	0

Ganz neuerdings fand J. A. Muller[2]) in einem sehr unangenehm schmeckenden Branntwein, welcher aus einem schlecht behandelten Tresterwein hergestellt war, einen Krotonaldehyd, welcher bei der Oxydation γ-Oxybuttersäure lieferte, also wahrscheinlich Isokrotonaldehyd war.

4. Rüben- und Melassenbranntwein.

Branntwein aus Runkelrüben wird zur Zeit in Deutschland nicht mehr häufig dargestellt, weil die Besteuerungsverhältnisse des Branntweins (die Maischraumsteuer) der Verwendung dieses Rohstoffes ungünstig sind; in Oesterreich-Ungarn werden dagegen beträchtliche Mengen Rübenbranntwein erzeugt. Auch die Rübenzuckermelasse dient heute nicht mehr so häufig zur Herstellung von Branntwein, da die so außerordentlich verbesserten Melasse-Entzuckerungsverfahren die Verarbeitung der Melasse auf Zucker als zweckmäßiger erscheinen lassen. Das Produkt der Gährung der Rohrzuckermelasse ist der Rum.

Die Zusammensetzung des Rüben- und Melassenbranntweins ist ziemlich häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen. Schon im Jahre 1842 erkannte Gaultier de Claubry[3]), daß das durch Rektifikation aus dem Runkelrübenmelassenbranntwein

[1]) Compt. rend. 1888. 105. 1019; Journ. pharm. chim. 1888. 17. 20.
[2]) Bull. soc. chim. [3]. 1891. 6. 796.
[3]) Compt. rend. 1842. 15. 171; Annal. Chem. Pharm. 1842. 44. 127.

abgeschiedenen Fuselöl sehr viel Amylalkohol enthält, welcher dem aus dem Kartoffelfuselöl abgeschiedenen vollkommen gleich ist.

Das Jahr 1852 brachte die erste Untersuchung des höchst siedenden Antheils des Rübenmelassenfuselöls durch A. Müller.[1]) Das in den Destillationsgefäßen der vergohrenen Rübenmelasse vorgefundene Fuselöl war durch Kupfer dunkelgrün gefärbt, undurchsichtig, von dicklicher Konsistenz, hatte einen durchdringenden Geruch und reagirte sauer. Beim Behandeln mit Potaschelösung wurden die sauren Bestandtheile des Fuselöls (etwa $^2/_3$) gelöst, während die neutralen Bestandtheile ($^1/_3$ des Oeles) ungelöst bleiben.

Die Kalisalze der freien Säuren des Fuselöls wurden durch Schwefelsäure zerlegt und das nach Buttersäure riechende, ein bräunliches Oel darstellende Fettsäuregemisch mit Sodalösung behandelt. Die Säuren lösten sich anfänglich, aber bald schied sich ein Theil der Natronsalze wieder ab, genau wie dies beim „Aussalzen" der Kaliseife geschieht. Das aus den abgeschiedenen Natronsalzen freigemachte Fettsäuregemisch war bei 8 bis 10° syrupartig; Müller hielt dasselbe für ein Gemisch von Margarinsäure und Oelsäure, er nahm aber von der Untersuchung desselben Abstand, als er erfuhr, daß der Melasse Seife zugesetzt worden war.

Die Fettsäuren der in Lösung gebliebenen Natronsalze wurden nach dem Verfahren von Liebig (S. 160) durch theilweise Neutralisation und nachfolgende Destillation zu trennen versucht. Die einzelnen Destillate, in denen die Fettsäuren theils in Wasser gelöst waren, theils als farbloses Oel oben auf schwammen, wurden mit Barymhydrat gesättigt und die Barymsalze der fraktionirten Krystallisation unterworfen. Der Barymgehalt der einzelnen Krystallisationen wurde bestimmt; derselbe entsprach bei zwei Krystallisationen dem kaprylsauren Barym, bei einer anderen dem kapronsauren Barym und bei zwei weiteren näherte er sich demjenigen des önanthsauren und des pelargonsauren Baryms. Die freien Säuren des Rübenmelassenfuselöls bestanden demnach aus viel Kaprylsäure, weniger Kapronsäure, sehr wenig einer höheren Säure und wahrscheinlich Buttersäure.

Der neutrale Bestandtheil des Fuselöls, ein braunes Oel von aromatischem Geruch, begann bei 250° zu sieden und war bei 270° zum größten Theil überdestillirt; bei 280° hinterblieb ein fettartiger Rückstand. Das hellgelbe, schwach saure Destillat wurde nochmals mit Potaschelösung behandelt und siedete nun bei 255 bis 260°. Müller glaubte anfänglich einen Alkohol vor sich zu haben, überzeugte sich aber bald, daß es ein Ester war. Derselbe wurde mit alkoholischem Kali verseift und aus dem Kalisalz die Fettsäure freigemacht, welche bei 27° schmolz. Die Säure wurde in Ammoniak gelöst und mit Chlorbarym gefällt. Der Barymgehalt des getrockneten Barymsalzes wurde zu 22,68 Prozent gefunden; dieser Prozentgehalt liegt in der Mitte zwischen demjenigen der Barymsalze der Säuren $C_{14}H_{28}O_2$ und $C_{15}H_{30}O_2$. Die Natur des Esters ist somit nicht festgestellt.

H. Fehling[2]) fand in einem Rübenzuckermelassenfuselöl, welches aus der zur

---

[1]) Journ. prakt. Chemie 1852. 56. 103.
[2]) Dingler's polytechn. Journ. 1853. 130. 77.

Reinigung des Branntweins angewandten Holzkohle abgeschieden worden war, freie Kaprinsäure und Kaprylsäure und ein „neutrales Fett", das beim Verseifen reine Kaprinsäure gab. Die Formel des letztgenannten Fettes wurde zu $C_{23} H_{22} O_4$ (H=1, C=6, O=8) festgestellt; aus der verseiften Masse konnte Fehling kein Glycerin abscheiden, doch gab ein Tropfen des Stoffes beim Erhitzen auf dem Platinblech Acroleïngeruch. Das „neutrale Fett" war offenbar kaprinsaures Aethyl $C_{24} H_{24} O_4$ nach der alten oder $C_{12} H_{24} O_2$ nach der neuen Formel.

Kurz vorher hatte A. Wurtz[1]) den Butylalkohol im Rübenbranntweinfuselöl gefunden und damit diesen Alkohol zuerst als Gährungsprodukt nachgewiesen. Wurtz beobachtete, daß das Fuselöl schon weit unter 130° zu sieden beginnt; durch fraktionirte Destillation des mit Kali behandelten und getrockneten Fuselöls unter Anwendung eines Kugelaufsatzes mit 2 Kugeln erhielt er den Butylalkohol rein. Den Siedepunkt desselben fand er bei 112°. Später[2]) verwandelte er zur Reindarstellung des Butylalkohols den bei 108 bis 110° übergehenden Antheil in das Jodid, welches leichter von den Homologen getrennt werden kann, und bildete aus dem gereinigten Butyljodid den Alkohol wieder zurück. Der ganz reine Butylalkohol siedete bei 109°. Die Menge des im Rübenfuselöl enthaltenen Butylalkohols war sehr wechselnd; in manchen Fuselölen fehlte er ganz. Propylalkohol fand Wurtz im Rübenfuselöl nicht; einige Proben enthielten aber Stoffe, welche bis 160° und noch höher siedeten. Wurtz hielt dieselben für zusammengesetzte Ester der Amylreihe.

A. Perrot[3]) unterwarf 60 Liter Runkelrübenfuselöl der fraktionirten Destillation; der Siedepunkt stieg von 80° bis über 250°. Die niedrigst siedenden Bestandtheile wurden besonders aufgefangen, entwässert, in die Jodide verwandelt und diese fraktionirt destillirt. Es wurden Aethyljodid, Butyljodid und sehr wenig Propyljodid erhalten; das Fuselöl enthielt somit nur sehr geringe Mengen Propylalkohol. Die Hauptmasse des Fuselöls war Amylalkohol.

In dem über 140° übergehenden Antheil war kein Kohlenwasserstoff nachweisbar; bei 200° ging ein unangenehm riechender Stoff von der Formel $C_6 H_{10} O$ über, der leichter als Wasser war und sich gegen Phosphorpentachlorid nicht als Alkohol verhielt.

Der oberhalb 140° destillirende Theil des Fuselöls wurde 40 Stunden mit Kalilauge auf 100° erhitzt. Es entstanden zwei Schichten, eine obere alkoholische und eine untere wässerige. Die obere Schicht ging zum größten Theil zwischen 94° und 135° über und enthielt Aethylalkohol, Butylalkohol und Amylalkohol. Zwischen 140° und 190° ging nur sehr wenig über; höhere Alkohole (Hexylalkohol u. s. w.) konnten nicht nachgewiesen werden. Von 190° bis 202° ging der Stoff $C_6 H_{10} O$ über; bei 212° war alles unzersetzt überdestillirt.

Aus der unteren, die Kaliumsalze der Fettsäuren des Fuselöls enthaltenden Schicht wurden die Fettsäuren freigemacht und der fraktionirten Destillation unterworfen. Es gelang Perrot, zwei Säuren zu isoliren: Kaprylsäure $C_8 H_{16} O_2$ (Siedepunkt 238°, Schmelzpunkt + 5°) und Pelargonsäure $C_9 H_{18} O_2$ (Siedepunkt 253°, Schmelzpunkt + 13°).

---

[1]) Compt. rend. 1852. **35**. 310; Annal. Chem. Pharm. 1853. **85**. 197.
[2]) Annal. chim. phys. [3]. 1854. **42**. 129; Annal. Chem. Pharm. 1855. **93**. 107.
[3]) Compt. rend. 1857. **45**. 309; Annal. Chem. Pharm. 1858. **105**. 64.

Daneben waren noch niedrigere Fettsäuren vorhanden, welche zwischen 185° und 225° siedeten und bei — 10° noch flüssig waren; sie waren wahrscheinlich Oenanthsäure, Kapronsäure und Baldriansäure.

Die Untersuchungen des Vorlaufs des Rohspiritus von G. Krämer und A. Pinner[1]) sind bereits (S. 168) theilweise aufgeführt. Im Vorlauf des Melassenbranntweins befanden sich neben viel Aldehyd ein nicht weiter erforschtes höher siedendes Oel, große Mengen Acetal und eine Base, die ursprünglich im freien Zustand vorhanden war, aber später durch die aus dem Aldehyd entstehende Essigsäure gebunden wurde.

Bald darauf theilte A. Kekulé[2]) mit, daß J. Weinzierl ihm am 5. Juli 1870 Folgendes geschrieben habe: Er (Weinzierl) habe schon 1866 beobachtet, daß sich aus dem bei 50° bis 70° siedenden Antheil des Melassenbranntweinvorlaufs bei — 8° weiße Krystallnadeln abschieden; nach der zweiten Rektifikation trat dieselbe Erscheinung auch in dem bei 40° bis 50° siedenden Antheil auf. Kekulé, dem die Krystalle übersandt wurden, erkannte dieselben als Metaldehyd; neben gewöhnlichem Aldehyd fand sich in dem bei 40° bis 60° siedenden Antheil des Vorlaufs viel Paraldehyd. Kekulé glaubte, daß das „Acetal" von Krämer und Pinner Paraldehyd gewesen sei, da nicht verständlich sei, daß dieser bei 104° siedende Stoff im Vorlauf sich finden könne.

Hierauf bemerkten G. Krämer und A. Pinner[3]) daß sie im Vorlauf des Melassenbranntweins ebenfalls viel Metaldehyd und Paraldehyd gefunden haben; sie hätten dies nicht besonders erwähnt, da sie in Folge der leichten Polymerisirungsfähigkeit des Aldehyds die Anwesenheit dieser Stoffe als selbstverständlich angesehen hätten. Ihr „Acetal" war nicht Paraldehyd, sondern wirkliches Acetal. Die Siedepunktsanomalie erklärt sich dadurch, daß das Acetal ursprünglich im Vorlauf nicht enthalten ist, sondern sich erst beim längeren Stehen des letzteren aus Aldehyd und Alkohol bildet; frisch destillirter Vorlauf enthielt in der That kein Acetal.

Ch. Ordonneau[4]) fand in dem Vorlauf eines mit Bierhefe hergestellten Melassenbranntweins sehr viel Acetaldehyd, ferner Isobutyraldehyd und Valeraldehyd, aber keinen Propionaldehyd. Von Säureestern wurden Essigäther und Ameisenäther nachgewiesen; Acroleïn schien in diesem Vorlauf nicht enthalten zu sein, wohl aber geringe Mengen eines Stoffes, welcher schwerer als Wasser war und dem Branntwein einen eigenthümlichen knoblauchartigen Geruch ertheilte. Die Hauptursache des schlechten Geschmacks des Melassenbranntweins ist in dem Valeraldehyd zu suchen, welcher zwar erst bei 92° siedet, jedoch in Folge eigenthümlicher Dampfspannungsverhältnisse in Gemeinschaft mit den anderen Stoffen (Aldehyd, Alkohol, Ester) schon bei 72° überdestillirt und sich daher im Vorlauf findet.

Sehr umfassende und mit großen Mengen Material angestellte Untersuchungen über die Zusammensetzung des Runkelrübenbranntweins werden J. Pierre und

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1869. 2. 401.
[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1871. 4. 718.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1871. 4. 787.
[4]) Zeitschr. Spiritusindustr. [2.] 1888. 11. 183.

E. Puchot[1]) verdankt. Die ersten Rektifikationen zum Zwecke der Anreicherung der Nebenbestandtheile im Vor- und Nachlauf wurden in der Brennerei ausgeführt; von den angereicherten Theilen wurden 20 Hektoliter verarbeitet. Die fraktionirten Destillationen wurden mit Hülfe der Vorrichtung von E. M. Warren (S. 156) ausgeführt.

Aus dem gelblich-grünen Vorlauf wurden große Mengen Aldehyd (Sdp. 22°) gewonnen. Die gelbgrüne Färbung war am stärksten bei dem zwischen 70° und 75° Ueberdestillirenden, ihre Ursache wurde aber nicht näher untersucht; es war offenbar der flüchtige Theil des Aldehydharzes (vergl. H. Weidenbusch S. 144). Ein weiterer Bestandtheil des Vorlaufs, der im reinen Zustand gewonnen wurde, war der Essigäther (Sdp. 72,5° bis 72,75°). Bei der Destillation des Vorlaufs wurde die Vorlage durch eine Kältemischung auf —8° bis -10° abgekühlt. Aus 60 Liter Vorlauf wurden 1½ l Aldehyd im reinen Zustand und etwa ½ l in den unreinen Zwischenprodukten gewonnen; die Menge des dargestellten Essigäthers betrug 2 l. Der aus der Brennerei gelieferte Vorlauf enthielt über 3 Prozent Aldehyd und über ½ Prozent Essigäther.

Der Nachlauf des Rübenbranntweins bestand zum größten Theil aus Aethylalkohol, Propylalkohol, Butylalkohol und Amylalkohol; er enthielt 2,5 bis 3 Prozent Propylalkohol, 3 bis 4 Prozent Butylalkohol und mindestens 50 Prozent Amylalkohol. Von diesen Alkoholen wurden große Mengen im reinen Zustande gewonnen, z. B. über 100 Liter Amylalkohol, 30 Liter Propylalkohol und noch mehr Butylalkohol.

Neben diesen Alkoholen enthielt der Nachlauf des Rübenbranntweins noch andere Stoffe, welche aber wegen ihrer geringen Menge nicht näher untersucht wurden. Unter Anderem wurden noch einige 100 g eines eigenthümlichen ätherischen Oeles erhalten, das sich auch im Getreidefuselöl fand; auch dieses wurde nicht näher untersucht.

E. Linnemann[2]) schied aus einem Gemisch von Getreide- und Melassenbranntwein Propylalkohol und Butylalkohol in vollkommen reinem Zustande ab. Als Material verwandte er nicht käufliches Fuselöl, da dieses mehrfach keinen Propylalkohol und nur sehr wenig Butylalkohol enthielt, sondern fuseligen Branntwein. Er fing den letzten Theil des Branntweindestillats, der noch 71 Gewichtsprozente Alkohol und weniger am Alkoholometer zeigte, besonders auf; dieser Theil roch schwach fuselig und trübte sich bei Wasserzusatz unter Abscheidung eines Oeles. Nach dem Entwässern mit Potasche wurde der Nachlauf aus dem Wasserbade unter Anwendung einer Linnemann'schen Dephlegmirungsröhre mit 15 Näpfchen aus Messingdrahtnetz (S. 156) fraktionirt destillirt. Das Thermometer stieg bis 83° und es ging fast nur Aethylalkohol über; der Rückstand, das eigentliche Material zur Darstellung des Propylalkohols und Butylalkohols, wurde mit Kali behandelt, entwässert und von neuem fraktionirt. Durch Ueberführung der Alkohole in die Jodide und fraktionirte Destillation der letzteren wurden aus 8 Liter eines derartigen Branntweins 60 g reinen Propylalkohols abgeschieden; die im Ganzen darin enthaltene Menge Propylalkohol betrug schätzungsweise 170 g oder etwa 3 Prozent.

[1]) Die Zusammenfassung der ganzen Untersuchungen findet sich in Annal. chim. phys. [4]. 1871. 22. 234; einzelne Mittheilungen wurden veröffentlicht in Compt. rend. 1868. 66. 302; 1869. 69. 95 und 266; 1869. 70. 434. Bull. soc. chim. [2]. 1868. 9. 48. Auszüge in Annal. Chem. Pharm. 1869. 151. 299 Anmerkung; 1870. 153. 259; 1870. 155. 362; 1872. 163. 253.

[2]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 231.

Aus 2,5 kg der bei 105° bis 115° übergehenden Fraktion wurden durch 40 Destillationen 1200 g unreinen Butylalkohols vom Siedepunkt 107° bis 109° gewonnen, welche nach weiterer zehnmaliger Destillation 658 g reinen Isobutylalkohol (Sdp. 107,7° bis 108,1°) gaben. Linnemann erklärte, daß er zuerst den Propylalkohol in ganz reinem Zustande gewonnen habe, während der Chancel'sche sehr stark verunreinigt und auch der von Pierre und Puchot dargestellte noch nicht ganz rein gewesen sei.

Das Jahr 1887 brachte zwei sehr wenig befriedigende Fuselöluntersuchungen. F. Strohmer[1]) unterwarf ein braunes nach Amylalkohol riechendes Fuselöl, welches bei der Destillation eines Gemisches von Kartoffel- und Melassenmaische gewonnen worden war, der fraktionirten Destillation; es ging zwischen 78° und 103° fast vollständig über. Es scheint demnach nur wenig Amylalkohol, aber viel Propylalkohol enthalten zu haben, d. h. es war nur der erste Antheil des Fuselöls; irgend ein reiner chemischer Stoff wurde daraus nicht dargestellt.

H. Briem[2]) untersuchte „zwei Fuselöle aus Rüben- und Melassenbranntwein, welche in demselben Gefäß über einander standen"; die untere Schicht war offenbar eine wässerige Lösung der niederen Alkohole des Fuselöls, die denn auch unter 100° vollständig überging. Das spezifisch leichtere, oben schwimmende Fuselöl destillirte zwischen 87° und 150°. Es wurde kein reiner Stoff dargestellt; auch die Angaben über Siedepunkte und spezifische Gewichte sind werthlos, da das Fuselöl nicht entwässert wurde.

F. Bergmann[3]) prüfte, ob die aus verschiedenen Rohstoffen gewonnenen Nonylsäuren (Pelargonsäuren) identisch oder verschieden seien, und zog auch die Pelargonsäure des Melassenfuselöls in den Bereich seiner Untersuchungen. Bei der fraktionirten Destillation von 25 Liter Fuselöl ging zwischen 250° und 260° (die Pelargonsäure siedet bei 253°) nur eine sehr kleine Menge eines kaum sauren Stoffes über. In der Voraussetzung, daß vielleicht Nonylalkohol in dem Fuselöl sei, oxydirte Bergmann den bei 195° bis 225° siedenden Antheil des Fuselöls mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure und erhielt in der That Pelargonsäure, die bei 13° schmolz und bei 253° bis 255° siedete.

Damit ist indeß der Beweis für die Anwesenheit des Nonylalkohols in dem Melassenfuselöl keineswegs erbracht. Dazu hätte das Fuselöl zunächst mit Kali gekocht werden und dadurch die Säuren gebunden und die Ester verseift werden müssen; die abdestillirten Alkohole mußten dann fraktionirt und der Antheil, der voraussichtlich den Nonylalkohol enthielt, oxydirt werden. Wurde dann Pelargonsäure erhalten, so war die Anwesenheit des Nonylalkohols im Fuselöl mit Sicherheit dargethan.

Mit viel größerer Wahrscheinlichkeit ist der Vorgang folgender gewesen. Das Fuselöl enthielt Pelargonsäure-Aethylester, der bei 227° siedet und sich in dem der Oxydation unterworfenen Antheil befand. Derselbe wurde durch die Schwefelsäure verseift und der entstehende Aethylalkohol weiter oxydirt; die Pelargonsäure blieb dagegen unverändert, da die höheren Fettsäuren durch die Chromsäuremischung nur sehr schwierig angegriffen werden, und erschien Bergmann nunmehr als das Oxydationsprodukt des Nonylalkohols.

[1]) Organ des Central-Vereins für Rübenzucker-Industrie in d. Oesterr.-Ungar. Monarchie 1877 15. 71.
[2]) Organ des Central-Vereins für Rübenzucker-Industrie in d. Oesterr.-Ungar. Monarchie 1877. 15. 180.
[3]) Arch. Pharm. [3.] 1884. 22. 331; kurze Ankündigung der Arbeit durch E. Schmidt: Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1883. 16. 2590.

Basen sind in den Branntweinen, wie im Vorhergehenden mitgetheilt wurde, wiederholt angetroffen worden. L. Haitinger[1]) fand in käuflichen Amylalkoholen der verschiedensten Abstammung sehr häufig Pyridin oder andere Basen, die durch Ausschütteln mit Salzsäure isolirt wurden. Im Durchschnitt wurden 0,04 Prozent, im höchsten Falle 0,1 Prozent derselben gefunden.

Diese Mittheilung wurde durch A. von Asbóth[2]) bestätigt, welcher wiederholt die Anwesenheit von Pyridin im käuflichen Amylalkohol beobachtete; er fällte dasselbe durch Pikrinsäure als pikrinsaures Pyridin, welches gelbe, bei 144,5° schmelzende Nadeln bildet. Pyridin findet sich nur dann im Fuselöl, wenn der Branntwein über freiem Feuer destillirt wurde; es ist daher kein Gährungsprodukt, sondern, ähnlich wie das Furfurol, ein Produkt der mangelhaft geleiteten Destillation.

H. Schrötter[3]) stellte aus Runkelrübenfuselöl ein Gemisch mehrerer Basen dar. Der höchst siedende Theil des Fuselöls wurde mit Salzsäure geschüttelt und die flüchtigen Stoffe abdestillirt. Aus dem zurückbleibenden salzsauren Salz wurden die Basen mit Kali freigemacht; sie destillirten bei 180° bis 230° über. Es war ein Gemisch von mindestens zwei Basen, denen wahrscheinlich die Formeln $C_8 H_{12} N_2$ und $C_{16} H_{16} N_2$ zukommen; es wurde ein krystallisirtes Salz $C_8 H_{12} N_2 \cdot H_2 SO_4$ erhalten, aber weitere Untersuchungen über die Natur der Basen nicht angestellt.

Neuerdings erhielt E. Ch. Morin[4]) aus Melassenfuselöl mehrere Basen. Das Fuselöl wurde bis zu 130,5° abdestillirt, der Rückstand mehrmals mit Salzsäure ausgeschüttelt, aus der sauren Lösung die Alkohole abdestillirt und mit Kali die Basen freigemacht. Dieselben stellten ein rothbraunes Oel dar, das auf dem Wasser schwamm. Die Basen wurden mit Wasserdampf überdestillirt, mit frisch geschmolzenem Aetzkali getrocknet und der fraktionirten Destillation unterworfen. Es wurden drei verschiedene Basen isolirt mit den Siedepunkten 155° bis 160°, 171° bis 172° und 185° bis 190°. Nur die mittlere, von der eine größere Menge gewonnen worden war, wurde näher untersucht. Die farblose, in Wasser lösliche, stark lichtbrechende Base von widerlichem Geruch hat die Formel $C_7 H_{10} N_2$; ihr spezifisches Gewicht bei 12° ist gleich 0,9826. Das Platindoppelsalz $C_7 H_{10} N_2 \cdot H_2 Pt Cl_6$ krystallisirt gut; mit Quecksilber-Kaliumjodid entsteht erst beim Zusatz eines Tropfens Salzsäure ein sich wieder lösender flockiger Niederschlag; Pyridin- und Chinolinbasen geben diese Reaktion nicht. Mit Quecksilberchlorid und Phosphorwolframsäure giebt die Base weiße, mit Phosphormolybdänsäure gelbe Niederschläge.

M. Tanret[5]) bemerkte hierzu, daß die Morin'sche Base wahrscheinlich identisch sei mit einer β-Glykosin genannten Base, die er durch Einwirkung von Ammoniak oder Ammoniaksalzen organischer Säuren auf Glykose erhalten habe[6]). Das physiologische Verhalten der Basen spricht indeß nicht dafür; denn während das β-Glykosin nach Ver-

[1]) Ber. Wiener Akad. 1883. 86. (2. Abtheilung) 608.
[2]) Chem. Ztg. 1889. 13. 871.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1879. 12. 1431.
[4]) Compt. rend. 1888. 106. 360.
[5]) Compt. rend. 1888. 106. 418.
[6]) Compt. rend. 1885. 100. 1540.

suchen von Dujardin-Beaumetz nur wenig giftig ist, fand R. Wurtz[1]) die Morin'sche Base schon in geringen Mengen giftig wirkend.

Die Untersuchungen von Schrötter und Morin lassen eine ganze Reihe von Basen im Fuselöle des Rüben- und Melassenbranntweins voraussehen. Wenn auch die Schrötter'schen Untersuchungen nicht zu einem sicheren Ergebniß geführt haben, so scheinen dessen Basen doch in der That Homologe der Morin'schen Base zu sein; auch die ungefähre Siedetemperatur derselben stimmt damit überein. Die allgemeine Formel dieser Basen ist $C_n H_{2n-4} N_2$; sie sind den Ketinen isomer.

Im Anschluß an die Morin'sche Abscheidung von Basen aus dem Melassenfuselöl bestimmte L. Lindet[2]) den Gehalt einer Anzahl von Branntweinen an Basen. Er versetzte 1 Liter der Branntweine mit verdünnter Schwefelsäure, destillirte alles Flüchtige ab, versetzte den Rückstand mit konzentriter Schwefelsäure und verfuhr dann ganz wie bei der Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmungsmethode; dadurch wurden alle Basen in Ammoniak verwandelt, welches sich mit der Schwefelsäure verband. Nach der Zerstörung der organischen Substanz wurde alkalisch gemacht, das Ammoniak abdestillirt in $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure aufgefangen und letztere mit $^1/_{10}$-Normalkali zurücktitrirt. Aus 1 Liter Branntwein wurden folgende Mengen Ammoniak erhalten:

Art des Branntweins	Alkoholgehalt Prozent	Ammoniak mg im Liter	Art des Branntweins	Alkoholgehalt Prozent	Ammoniak. mg im Liter
Cognak, alt (Vibrac)	45	1,29	Rübenbranntwein	74	0,84
desgl. aus Aepfelwein	69	0,95	desgl.	54	1,04
desgl. aus Weintrestern	53	1,35	desgl.	58	2,86
Rum von Rohrzuckermelasse (Réunion)	60	3,07	Branntwein aus Topinambur	58	0,93
desgl. (Guadeloupe)	63	2,54	Branntwein aus Rübenmelasse	85	16,23
desgl. (Martinique)	55	5,30	desgl.	79	18,09
Kornbranntwein, durch Säure verzuckert	59	0,52	desgl.	79	19,24
desgl. desgl.	60	0,66	desgl.	71	23,05
desgl. durch Malz verzuckert	50	0,40			
desgl. (Genièvre d'Anvers)	49	0,36			

Neuerdings wurden noch Koniferylalkohol, Eugenol und Vanillin im Melassenbranntwein nachgewiesen. E. Bauer[3]) säuerte 1 Liter Melassenbranntwein mit einer Spur Schwefelsäure an und destillirte aus dem Wasserbade ab. Der grün gefärbte ölige Rückstand wurde mit Aether ausgezogen und letzterer verdunstet; es hinterblieben mikroskopische Nadeln von Koniferylalkohol und Eugenol. Auch Vanillin fand Bauer öfter im Melassenbranntwein, ebenso Th. Salzer[4]) (etwa 1,5 g im Hektoliter). Letzterer glaubte anfänglich, das Vanillin sei absichtlich zur Geruchsverbesserung des Branntweins zugesetzt worden; dem wurde aber von Beckurts, Dieterich, Schmidt und Trommsdorff[5]) widersprochen.

Bald darauf wiederholte M. Karcz[6]) den Bauer'schen Versuch und erhielt durch Ausziehen von Melassenbranntwein mit Aether ebenfalls ein Gemisch von Koniferylalkohol und Eugenol. Letzteres wurde durch Kalilauge entfernt und der Koniferyl-

[1]) Compt. rend. 1888. 106. 363.
[2]) Compt. rend. 1888. 106. 280.
[3]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 151.
[4]) Chem.-Ztg. 1887. 11. 1195.
[5]) Pharm. Centralh. 1887. 28. 527.
[6]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 629.

alkohol umkrystallisirt. Er stellte farb- und geruchlose Nadeln vom Schmelzpunkt 74° dar; mit Chromsäuremischung oxydirt entstand Vanillingeruch. Auch das Eugenol wurde noch näher nachgewiesen; Vanillin konnte dagegen Karcz nicht finden.

Die Annahme von Th. Salzer[1]), das Vanillin komme vielleicht dadurch in den Branntwein, daß die Gährung der Melasse in Bottichen aus Tannenholz vorgenommen und aus dem letzteren Koniferin ausgezogen werde, ist schon deshalb unhaltbar, weil die Bottiche nach E. Bauer[2]) aus Erlenholz gefertigt werden. Es unterliegt vielmehr keinem Zweifel, daß der Vanillingehalt der Melassenbranntweine aus dem Rübenzucker bezw. der Rübe stammt; der Rübenrohzucker enthält, wie C. Scheibler[3]) und E. O. von Lippmann[4]) durch Ausziehen großer Mengen mit Aether nachwiesen, thatsächlich Vanillin.

5. Rum.

Im Anschluß an den Branntwein aus Rüben und Rübenmelasse möge der Rum besprochen werden, der das Gährungsprodukt der Rohrzuckermelasse ist. Ueber die Zusammensetzung des Rums ist nur sehr wenig bekannt.

G. J. Mulder[5]) untersuchte im Jahre 1858 ein Rumfuselöl aus Surinam und fand einen unverseifbaren wachsartigen Körper, Palmitinsäure (durch Verseifen abgeschieden), Oenanthsäure und Oenanthäther; letzterer wurde nur in wenigen Tropfen durch Destillation des rohen Oels mit Sodalösung erhalten und durch den Geruch erkannt.

Wie man sieht, fand Mulder keine höheren Alkohole im Rumfuselöl. Daraus darf indeß nicht geschlossen werden, daß dieselben im Rum nicht enthalten seien; denn auch im Getreidefuselöl fand Mulder keine höheren Alkohole, während es große Mengen der letzteren enthält. Mulder untersuchte nur die allerletzten Antheile des Rumfuselöls, die garnicht mehr überdestillirt, sondern im Rückstand geblieben waren; die höheren Alkohole waren, wenn überhaupt anwesend, in das Destillat übergegangen.

Die Frage, ob der Rum Ameisensäure enthält, wurde von Ed. List[6]) bejaht; er wies dieselbe in 11 Proben durch die Silbernitratreaktion nach. H. Brunner[7]) beanstandete dagegen einen Rum, der freie Ameisensäure enthielt; echter Rum dürfe keine freie Ameisensäure, sondern nur geringe Mengen Ameisensäure-Aethylester enthalten. Umgekehrt stellte Schumacher-Kopp[8]) den Satz auf, die Anwesenheit von Ameisensäure sei kein Kriterium der Echtheit des Rums. A. Scala[9]) fand im echten Rum Ameisensäure sowohl im freien Zustande als auch in Esterform. X. Rocques[10]) fand in einem stark sauren Rum 0,02 g Furfurol im Liter.

[1]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 726.
[2]) Chem.-Ztg. 1888. 12. 793.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. 13. 335.
[4]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. 13. 662.
[5]) Scheikundige Verhandelingen en Onderzoekingen 2. deel, 2. stuk, Onderzoelingen 100; Jahresber. Fortschr. Chemie f. 1858. 302.
[6]) Repert. analyt. Chemie 1883. 3. 33.
[7]) Schweiz. Wochenschr. Pharm. 1889. 27. 61.
[8]) Chem.-Ztg. 1889. 13. 466.
[9]) Annali dell' Istituto d'Igiene sperimentale dell' Università di Roma 1890. 2. 160.
[10]) Bull. soc. chim. [2.] 1888. 50. 157.

In ein ganz neues Licht wurde die Zusammensetzung des Rums durch die Untersuchungen von V. Marcano[1]) gestellt, über welche Eug. Sell[2]) eingehend berichtet. Danach ist das Ferment, durch welchen der Rohrzuckersaft in den Gegenden, wo Rum dargestellt wird, in freiwillige Gährung übergeführt wird, viel kleiner als die Bierhefe und ganz verschieden von dieser. Auch die Gährungsprodukte desselben sind andere als diejenigen der gewöhnlichen Bierhefe; es entsteht weder Glycerin noch Bernsteinsäure, aber erhebliche Mengen Mannit (1,4 pCt. des vergohrenen Zuckers). Durch fraktionirte Destillation großer Mengen des vergohrenen Rohrzuckersaftes erhielt Marcano einen Vorlauf, der fast nur aus Methylalkohol bestand; dann folgte reiner Aethylalkohol und zuletzt kam ein übelriechender Nachlauf, der eine ölige Säure, aber keine höheren Alkohole enthielt. Selbst unter Anwendung der großen, in der Technik angewandten Kolonnenapparate konnte Marcano aus dem Nachlauf keine höheren Alkohole abscheiden. Auf die bemerkenswerthen Ergebnisse Marcano's wird später noch zurückgekommen werden.

6. Arak.

Ueber die Zusammensetzung des Araks sind bisher Untersuchungen nicht angestellt worden.

7. Kirschen- und Zwetschenbranntwein.

Da der Verfasser zur Zeit mit der Untersuchung dieser Branntweine beschäftigt ist, möge die Besprechung der Zusammensetzung derselben, welche bis jetzt nur sehr wenig bekannt ist, bis zum Abschluß dieser Arbeiten zurückgestellt werden.

8. Branntwein aus selteneren Rohstoffen.

a) Branntwein aus reinem Rohrzucker.

Die Produkte der Gährung des Rohrzuckers unter dem Einfluß der elliptischen Hefe, welche von E. Claudon und E. Ch. Morin[3]) beobachtet wurden, sind bereits (S. 185) mitgetheilt. Nach A. Béchamp[4]) entsteht bei der Gährung des Rohrzuckers stets Essigsäure, auch unter Luftabschluß; daneben wird eine geringe Menge höherer Fettsäuren gebildet. 19 kg Rohrzucker gaben 65 g krystallisirtes essigsaures Natron und 2 ccm einer öligen höheren Fettsäure.

J. Oser[5]) isolirte aus 25 kg vergohrenen Rohrzuckers eine nichtflüchtige Base $C_{13} H_{20} N_4$. A. Henninger und Sanson[6]) fanden unter den Produkten der Vergährung des Rohrzuckers durch Bierhefe Isobutylenglykol $C_4 H_{10} O_2$ (Sdp. 176° bis 178°); aus 12 kg Rohrzucker wurden etwa 37 g gewonnen.

b) Krappbranntwein.

In der Krappwurzel (von Rubia tinctorum) findet sich die Ruberythrinsäure $C_{26} H_{28} O_{14}$, welche beim Behandeln mit Wasser, Alkalien oder Säuren in Traubenzucker und Alizarin (Dioxyanthrachinon $C_{14} H_8 O_4$) zerfällt:

$$C_{26} H_{28} O_{14} + 2 H_2 O = C_{14} H_8 O_4 + 2 C_6 H_{12} O_6.$$

[1]) Compt. rend. 1889. 108. 955.
[2]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1891. 7. 225.
[3]) Compt. rend. 1887. 104. 1109; Journ. pharm. chim. 1887. 15. 628.
[4]) Compt. rend. 1863. 56. 969, 1086 und 1231.
[5]) Ber. Wiener Akad. 1867. 56. (2. Abtheilung). 489.
[6]) Compt. rend. 1888. 106. 208.

Der bei der fabrikmäßigen Darstellung des Alizarins aus der Krappwurzel als Nebenprodukt gewonnene Traubenzucker wird zur Darstellung von Branntwein verwandt. Letzterer hat einen eigenthümlichen, wenig angenehmen Geruch.

J. Jeanjean[1]) untersuchte das Fuselöl eines solchen Krappbranntweins. Dasselbe schied beim Stehen mit der Zeit weiße krystallinische Blättchen ab. Bei der Destillation gingen bis zu 230° flüssige Stoffe über, dann aber setzten sich im Hals der Retorte weiße Krystalle ab; wurde zu diesem Zeitpunkt die Destillation unterbrochen, so erstarrte der Destillationsrückstand zu farrenkrautähnlichen Krystallen. In den ersten Antheilen des Destillats vermuthete Jeanjean nach dem Gange des Thermometers Propylalkohol und Butylalkohol; die Gegenwart des Amylalkohols wurde mit Sicherheit nachgewiesen.

Der feste, nach Pfeffer und Kampher riechende Körper ergab nach dem Umkrystallisiren die Zusammensetzung des Borneols $C_{10}H_{18}O$; er schmeckte brennend, war optisch linksdrehend und zeigte auf Wasser die dem Kampher eigenthümlichen Drehungserscheinungen. Mit Zinkchlorid oder Phosphorsäureanhydrid destillirt ergab er ein nach Bergamottöl und Citronenöl riechendes Terpen.

Aus dem um 160° siedenden Antheil des Krappfuselöls isolirte Jeanjean ein Terpen $C_{10}H_{16}$, welches die Hauptursache des eigenthümlichen Geruchs des Krappbranntweins darstellte. Das Links-Borneol wurde später[2]) von Jeanjean noch näher studirt.

Bald darauf erhielt A. Perrot[3]) einen bei 210° siedenden, bei 35° erstarrenden Stoff, der durch Kali nicht verändert wurde. Derselbe ist offenbar mit dem Links-Borneol von Jeanjean identisch, denn seine Analyse ergab 77,08 Prozent Kohlenstoff und 11,76 Prozent Wasserstoff, während $C_{10}H_{18}O$ 77,92 bezw. 11,69 Prozent verlangt.

J. W. Gunning[4]) glaubte die Ursache des eigenartigen Geruchs des Krappbranntweins im Vorlauf zu finden und stellte in der That aus letzterem einen bei 66 bis 73° siedenden Stoff dar, der ammoniakalische Silberlösung nicht reduzirte und durch Kali gebräunt und verharzt wurde. Später[5]) stellte Gunning indeß fest, daß es ein Gemisch von Aldehyd und Essigäther war; der Irrthum war dadurch entstanden, daß der Essigäther die Aldehydreaktion mit ammoniakalischer Silberlösung und die Bildung von Aldehydammoniak verhindert.

c) Branntwein aus Aepfelwein.

J. Pierre und E. Puchot[6]) untersuchten den Rückstand der Rektifikation des Aepfelweins. Aus 20 Litern desselben wurde nahezu 1/2 Liter reinen Propylalkohols gewonnen, ferner 2 Liter eines unreinen Produkts mit 50 bis 90 Prozent Propylalkohol. Butylalkohol und Amylalkohol waren nur in geringen Mengen vorhanden; der Propylalkohol scheint demnach fast der einzige höhere Alkohol im Aepfelweinfuselöl zu sein.

---

1) Compt. rend. 1856. **42**. 857; Annal. Chem. Pharm. 1857. **101**. 94.
2) Compt. rend. 1856. **43**. 103.
3) Compt. rend. 1857. **45**. 309; Annal. Chem. Pharm. 1858. **105**. 67.
4) Journ. prakt. Chemie 1860. **81**. 250.
5) Journ. prakt. Chemie 1864. **92**. 57.
6) Annal. chim. phys. [4]. 1871. **22**. 234; Annal. Chem. Pharm. 1872. **163**. 263.

d) Branntwein aus Johannisbrot.

Nach X. Landerer[1]) wird auf Rhodus, Cypern und den Inseln des griechischen Archipels viel Branntwein aus Johannisbrot gewonnen. Derselbe enthält große Mengen freier Buttersäure und Buttersäure-Aethylester; bei vorsichtiger Destillation hinterbleibt ein Rückstand, der Essigsäure enthält und nach faulem Käse riecht (wohl Baldriansäure). Der Branntwein enthält ohne Zweifel auch noch andere Säuren und deren Ester, da J. Redtenbacher[2]) und C. Grünzweig[3]) im Johannisbrot Ameisensäure, Essigsäure, viel Isobuttersäure und wenig Kapronsäure und Benzoësäure nachgewiesen haben.

e) Branntwein aus Reis.

J. Bell[4]) fand als Ursache des stechenden Geruchs des Reisbranntweins Acroleïn; dasselbe gab die allgemeinen Aldehydreaktionen und lieferte bei der Oxydation Acrylsäure. Der Reis wird bei der Branntweinfabrikation durch Schwefelsäure unter Druck bei 102° bis 110° verzuckert. Bell glaubt, das Acroleïn entstehe durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das im Fett des Reises enthaltene Glycerin. Die Menge des Acroleïn ist abhängig von der Verzuckerungstemperatur (je höher diese, desto mehr Acroleïn) und von der besseren oder schlechteren Schälung (das Fett ist zum großen Theil in der Schale enthalten).

f) Branntwein aus gehopfter Gerstenwürze (Bier).

C. J. O. Glaßford[5]) hatte angegeben, daß bei der Vergährung gehopfter Gerstenwürze kein Fuselöl entstehe und demnach das Bier letzteres nicht enthalte (s. S. 172). Dies hat sich nicht ganz bestätigt, sondern das Bierdestillat enthält thatsächlich Fuselöl, wenn auch nur in sehr geringer Menge. M. P. Hamberg[6]) schied aus 200 Liter Bier durch fraktionirte Destillation 2,17 g Amylalkohol ab; sonstige höhere Alkohole waren nicht nachweisbar, ebensowenig Aldehyd. Das abgeschiedene Bierfuselöl hatte nicht ganz den schlechten Geruch des Amylalkohols, da in demselben noch Hopfenöl und andere riechende Stoffe enthalten waren. Auch W. Hamlet[7]) fand in den meisten in Sydney gebrauten Bieren kleine Mengen höherer Alkohole.

J. C. Lermer[8]) wies im Bier eine nichtflüchtige Base und A. Werigo[9]) im Bierdestillat Ameisensäure nach.

Die Konstitution der Gährungsalkohole.

Zum Schluß möge noch die Frage nach der Konstitution der Gährungsalkohole erörtert werden, welche für die Entwickelung der organischen Chemie von großer Bedeutung geworden ist.

[1]) Vierteljahresschr. prakt. Pharm. 1856. 5. 342.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1846. 57. 177.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1872. 162. 193.
[4]) Chem. News 1869. 20. 143.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1845. 54. 104.
[6]) Allgem. Brauer- und Hopfenztg. 1886. 26. 331.
[7]) Chem. News 1888. 58. 83 und 87.
[8]) Dingler's polytechn. Journ. 1867. 184. 159.
[9]) Allgem. Zeitschr. Bierbrauerei 1886. 480.

Der Gährungspropylalkohol.

Bei dem Propylalkohol liegen die Verhältnisse deshalb am einfachsten, weil nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nur zwei Isomere desselben möglich erscheinen: der Normalpropylalkohol CH_3-CH_2-CH_2 OH und der Isopropylalkohol. $(CH_3)_2 = CHOH$.

Der Propylalkohol (Sdp. 97,5°) wurde bekanntlich (s. S. 182) im Jahre 1853 von G. Chancel[1]) unter den Gährungsprodukten nachgewiesen; durch Oxydation wurden aus demselben Propionaldehyd und Propionsäure erhalten. Im Jahre 1862 erhielt C. Friedel[2]) durch Reduktion des Acetons einen Propylalkohol, von dem er es dahingestellt sein ließ, ob er mit dem Gährungspropylalkohol identisch oder ihm nur isomer sei. H. Kolbe[3]) erklärte es als sehr unwahrscheinlich, daß die Friedel'sche Verbindung mit dem Gährungspropylalkohol identisch sei; er stützte sich hierbei auf seine früher[4]) dargelegte Ansicht, welche ihn die Existenz von Verbindungen voraussehen ließ, die mit den normalen Alkoholen isomer sind, durch Oxydationsmittel aber nicht in Aldehyd und Säure, sondern in ein Keton übergeführt werden. Der Friedel'sche Propylalkohol werde ohne Zweifel durch Oxydation in Aceton umgewandelt; als C. Friedel[5]) diesen Versuch ausführte, erhielt er in der That Aceton.

Schon früher hatte M. Berthelot[6]) gefunden, daß der aus Propylen erhaltene Propylalkohol mit dem Gährungspropylalkohol nicht identisch ist und um 15° niedriger siedet; während der Gährungspropylalkohol bei der Oxydation Propionsäure lieferte, gab der Alkohol aus Propylen durch Oxydation Aceton.[7])

Damit war festgestellt, daß der Gährungspropylalkohol ein normaler Alkohol ist. Später wurde aber die Gegenwart des Normalpropylalkohols unter den Gährungsprodukten und überhaupt seine Existenz wiederholt in Frage gestellt. Trommsdorff[8]) konnte ihn bei der Verarbeitung großer Mengen von Fuselöl nicht erhalten (S. 169); D. Mendelejeff[9]) suchte ihn sogar vergeblich aus einem von Chancel selbst erhaltenen „Gährungspropylalkohol" zu isoliren (S. 182). Ferner erhielten E. Linnemann und A. Siersch[10]) sowie A. Butlerow und M. Ossokin[11]) bei Reaktionen, wo Normalpropylalkohol nach der Theorie zu erwarten war, statt dessen Isopropylalkohol; später wurde diesen Reaktionen durch E. Linnemann[12]) noch eine dritte hinzugefügt. Man zweifelte daher an der Existenzfähigkeit des Normalpropylalkohols; die bald darauf erfolgten Untersuchungen von R. Fittig[13]) (S. 183), E. Linnemann[14]) (S. 190) sowie

[1]) Compt. rend. 1853. 37. 410; Annal. Chem. Pharm. 1853. 87. 127.
[2]) Compt. rend. 1862. 55. 53; Annal. Chem. Pharm. 1862. 124. 324.
[3]) Zeitschr. Chem. Pharm. 1862. 687.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1860. 113. 307.
[5]) Bull. soc. chim. 1863. 5. 247.
[6]) M. Berthelot, Chimie organique fondée sur la Synthèse. 1. 114; Compt. rend. 1863. 56. 700; Annal. Chem. Pharm. 1863. 127. 69.
[7]) Compt. rend. 1863. 57. 797; Annal. Chem. Pharm. 1864. 129. 126.
[8]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 157. 270 Anmerkung.
[9]) Bull. soc. chim. [2]. 1868. 10. 44.
[10]) Annal. Chem. Pharm. 1867. 144. 129 und 137.
[11]) Annal. Chem. Pharm. 1868. 145. 257.
[12]) Annal. Chem. Pharm. 1872. 161. 43.
[13]) Annal. Chem. Pharm. 1869. 149. 318.
[14]) Annal. Chem. Pharm. 1871. 160. 231.

von J. Pierre und E. Puchot[1]) (S. 190) machten aber die Gegenwart des Normalpropylalkohols unter den Gährungsprodukten zur Gewißheit. Später wurde derselbe von E. Linnemann[2]), A. Rossi[3]) und B. Tollens[4]) auch synthetisch dargestellt.

Die Anwesenheit des Isopropylalkohols unter den Gährungsprodukten wurde im Jahre 1873 von G. A. Barbaglia[5]) vermuthet. Derselbe hatte aus der Fabrik von C. A. F. Kahlbaum in Berlin einen Isobutyraldehyd bezogen, welcher durch Oxydation des Gährungsbutylalkohols gewonnen worden war. Derselbe enthielt etwa 50 Prozent Aceton, und Barbaglia nahm an, daß der Gährungsbutylalkohol Isopropylalkohol enthalten habe, durch dessen Oxydation das Aceton entstanden sei, denn reiner Isobutylalkohol gab bei der Oxydation kein Aceton. G. Krämer[6]) zeigte aber, daß der Gährungsbutylalkohol der Kahlbaum'schen Fabrik keinen Isopropylalkohol enthielt.

Im Jahre 1878 will L. Rabuteau[7]) große Mengen Isopropylalkohol, nämlich 15 Prozent, aus dem Kartoffelfuselöl abgeschieden haben (S. 169). Dieser Befund ist durch die anderen zahlreichen Untersuchungen der Fuselöle nicht bestätigt worden, obwohl wiederholt besonders auf diesen Alkohol Rücksicht genommen wurde (vergl. G. Krämer und A. Pinner (S. 168) und F. L. Ekman (S. 170). Der Isopropylalkohol kann daher nicht als Gährungsprodukt angesehen werden.

Der Gährungsbutylalkohol.

Die Theorie läßt vier Butylalkohole voraussehen: den Normalbutylalkohol, den Isobutylalkohol, den sekundären Butylalkohol oder Methyläthylcarbinol und den tertiären Butylalkohol oder Trimethylcarbinol.

A. Wurtz[8]) wies im Jahre 1852 den Butylalkohol unter den Gährungsprodukten nach (S. 188). Die Konstitution desselben wurde im Jahre 1867 durch E. Erlenmeyer[9]) dargethan. Derselbe fand, daß der Gährungsbutylalkohol bei der Oxydation Isobuttersäure liefert: er ist daher Isobutylalkohol $(CH_3)_2{=}CH-CH_2OH$. Bald darauf stellte ihn E. Linnemann[10]) syntetisch dar. Das Ergebniß der Erlenmeyer'schen Untersuchung wurde von C. Grünzweig[11]) bestätigt. Auch A. Popoff[12]), welcher durch Oxydation des Phenyl-Gährungsbutylketons Benzoësäure und Isobuttersäure erhielt, erklärte den Gährungsbutylalkohol für Isobutylalkohol. Die Natur des Gährungsbutylalkohols war dadurch mit Sicherheit festgestellt, zumal da man inzwischen die anderen Butylalkohole synthetisch erhalten hatte: der Normalbutylalkohol wurde von E. Linnemann[10]), A. Lieben und A. Rossi[13]) und A. Saytzeff[14]), der sekundäre Butylalkohol

[1]) Annal. chim. phys. [4]. 1871. **22**. 234.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1868. **148**. 251; 1871. **160**. 231; 1872. **161**. 18.
[3]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **159**. 80.
[4]) Zeitschr. f. Chemie 1870. **6**. 457; 1871. **7**. 249.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1873. **6**. 910.
[6]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1873. **6**. 1120; 1874. **7**. 252.
[7]) Compt. rend. 1878. **87**. 500.
[8]) Compt. rend. 1852. **35**. 310; Annal. Chem. Pharm. 1853. **85**. 197.
[9]) Zeitschr. f. Chemie 1867. **3**. 117; Annal. Chem. Pharm. 1867. Supplementband **5**. 337.
[10]) Annal. Chem. Pharm. 1869. **152**. 127.
[11]) Annal. Chem. Pharm. 1872. **162**. 193.
[12]) Annal. Chem. Pharm. 1872. **162**. 151.
[13]) Compt. rend. 1869. **68**. 1561; Annal. Chem. Pharm. 1871. **158**. 137; 1873. **165**. 109.
[14]) Zeitschr. f. Chemie 1870. **6**. 107.

von A. Lieben[1]) sowie von J. Kanonikoff und A. Saytzeff[2]) und der tertiäre Butylalkohol von A. Butlerow[3]) dargestellt.

Neben dem Isobutylalkohol will L. Rabuteau[4]) den Normalbutylalkohol zu 6,5 Prozent aus dem Kartoffelfuselöl abgeschieden haben (S. 169). Von anderer Seite wurde dies nicht bestätigt, obwohl mehrfach nach diesem Alkohol geforscht wurde. Es wurde bereits (S. 184) mitgetheilt, daß Ch. Ordonneau[5]) in einem Cognak große Mengen Normalbutylalkohol fand und daß E. Claudon und E. Ch. Morin[6]) dies bestätigten; gleichzeitig wurde aber auch nachgewiesen, daß der Cognak unter normalen Verhältnissen einen Normalbutylalkohol, sondern nur Isobutylalkohol enthält. Der Normalbutylalkohol ist das Produkt der Vergährung von Zucker und Glycerin durch gewisse Bakterien; A. Fitz[7]) stellte auf diese Weise große Mengen Normalbutylalkohol her.

Auch der Tertiärbutylalkohol ist als Gährungsprodukt in Anspruch genommen worden. A. Butlerow[9]) hatte von der chemischen Fabrik von Henner in Wyl (Schweiz, Kanton St. Gallen) einen Gährungsbutylalkohol bezogen, den er zum Zwecke der Reinigung in das Chlorid verwandelte. Da letzteres noch Amylchlorid enthielt, behandelte er den niedrigst siedenden Antheil mit Wasser, in dem er sich theilweise löste. Aus der wässerigen Lösung wurde eine von 80° bis 100° siedende Flüssigkeit abgeschieden, deren flüchtigster Theil aus Tertiärbutylalkohol bestand. Letzterer ist durch sein Krystallisationsvermögen ausgezeichnet und läßt sich deshalb leicht nachweisen, weil sein Chlorid allein durch Wasser unter Bildung des Alkohols zerlegt wird. Butlerow nimmt an, daß der tertiäre Butylalkohol in dem Gährungsbutylalkohol enthalten gewesen ist. Seine Bemühungen, größere Mengen des Gährungsbutylalkohols zu erhalten, blieben erfolglos; auch die Abstammung desselben ist nicht bekannt geworden.

Der tertiäre Butylalkohol ist später unter den Gährungsprodukten nicht mehr gefunden worden; zwar vermutheten E. Linnemann[8]) und L. Rabuteau[4]) seine Anwesenheit, aber Ersterer wies die Grundlosigkeit dieser Vermuthung nach.

Der Gährungsamylalkohol.

Nach der Theorie sind acht isomere Amylalkohole möglich: vier primäre, drei sekundäre und ein tertiärer.

Nachdem Biot beobachtet hatte, daß der aus dem Fuselöl dargestellte Amylalkohol die Polarisationsebene nach links dreht, stellte L. Pasteur[10]) fest, daß der nach verschiedenen Verfahren dargestellte Amylalkohol ein verschiedenes Drehungsvermögen hat. Er schloß daraus, daß der gewöhnliche Gährungsamylalkohol ein Gemenge nach veränderlichen Verhältnissen

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1867. **141**. 236; 1869. **150**. 87; 1869. **151**. 121.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1875. **175**. 374.
[3]) Bull. soc. chim. [2]. 1864. **2**. 106.
[4]) Compt. rend. 1878. **87**. 500.
[5]) Compt. rend. 1886. **102**. 217; Journ. pharm. chim. 1886. **13**. 368.
[6]) Compt. rend. 1887. **104**. 1109; Journ. pharm. chim. 1887. **15** 631.
[7]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 187. 6. **9**. 1348.
[8]) Annal. Chem. Pharm. 1867. **144**. 34.
[9]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **160**. 231.
[10]) Compt. rend. 1855. **41**. 296; Annal. Chem. Pharm. 1855. **96**. 255.

aus zwei isomeren Stoffen, einem optisch wirksamen und einem optisch unwirksamen Amylalkohol sei. Die Trennung dieser beiden Alkohole gelang Pasteur durch fraktionirte Krystallisation des aus dem Gemenge dargestellten amylschwefelsauren Baryums; das amylschwefelsaure Baryum des aktiven Alkohols ist etwa 2½ mal löslicher als dasjenige des optisch inaktiven. Aus den amylschwefelsauren Baryumsalzen wurden die beiden Alkohole dargestellt; der optisch aktive drehte in einer Röhre von 50 cm Länge etwa 20° nach links, der inaktive war vollkommen wirkungslos. Die Eigenschaften der beiden Alkohole waren sehr nahe gleich, doch konnten kleine Unterschiede bemerkt werden; der aktive Alkohol hatte ein etwas höheres spezifisches Gewicht und siedete bei 127° bis 128°, der inaktive hatte den Siedepunkt 129°. Alle Derivate des optisch aktiven Alkohols sind ebenfalls aktiv, des inaktiven alle inaktiv, so lange die Amylgruppe nicht verändert wird.

Das Pasteur'sche Verfahren zur Trennung der Amylalkohole wurde später vielfach angewandt, so von A. Pedler[1], E. Erlenmeyer und C. Hell[2]) und von R. Ley.[3]) Daneben sind auch noch andere Verfahren zur Trennung der Amylalkohole angegeben worden. E. T. Chapmann und M. H. Smith[4]) beobachteten, daß bei der Destillation eines mit Natriumhydrat, Kaliumhydrat, Chlorcalcium oder mit einem anderen darin leicht löslichen Salz gesättigten Gemenges der beiden Amylalkohole vorzugsweise der aktive Alkohol übergeht. Am besten eignet sich Natriumhydrat; man kocht die Amylalkohole mit überschüssigem festem Natriumhydrat, gießt ab und destillirt aus dem Oelbad. Zuletzt geht ein Amylalkohol über, der nur noch ein halb so großes Drehungsvermögen hat wie der ursprünglich angewandte, und durch vielfache Wiederholung des Verfahrens erhält man schließlich inaktiven Alkohol.

A. Popoff[5]) konnte nach dem Verfahren von Chapmann und Smith keine Trennung der beiden Amylalkohole erzielen; dagegen gelang es ihm, durch fraktionirte Destillation einen stärker drehenden Alkohol zu erhalten. Letzteres wurde von J. A. Le Bel[6]) bestätigt, welcher durch 3 bis 4 fraktionirte Destillationen aus käuflichem, die Polarisationsebene drehendem Amylalkohol den inaktiven Alkohol in reinem Zustande abscheiden konnte.

Ein weiteres Verfahren zur Trennung der Amylalkohole rührt von J. A. Le Bel[7]) her. Man erhitzt das Amylalkoholgemisch mit konzentrirter Salzsäure auf 100° oder sättigt es mit Salzsäuregas; dabei wird der inaktive Alkohol in Amylchlorid verwandelt, während der aktive größtentheils unverändert bleibt. Der unveränderte Amylalkohol wird abgehoben und von neuem in derselben Weise behandelt. Le Bel erhielt auf diesem Wege einen aktiven Amylalkohol, der im 50 cm Rohr 22,5° nach links drehte und bei 127° siedete; derselbe enthielt indeß noch inaktiven Amylalkohol, da sich sein Jodid durch fraktionirte Destillation noch weiter trennen ließ. Später

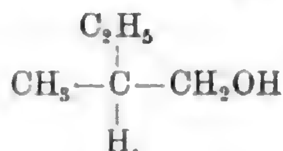
[1]) Annal. Chem. Pharm. 1868. **147**. 243.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **160**. 257.
[3]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1873. **6**. 1254.
[4]) Proceed. Royal Soc. London 1869. **17**. 309; Annal. Chem. Pharm. 1870. Supplementband **7**. 378.
[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1873. **6**. 560.
[6]) Compt. rend. 1878. **86**. 213.
[7]) Compt. rend. 1873. **77**. 1021; Bull. soc. chim. [2]. 1874. **21**. 542.

wiederholten J. A. Le Bel[1]) und F. Just[2]) die Behandlung mit Salzsäure so lange, bis der übrig bleibende Amylalkohol ein konstantes Drehungsvermögen zeigte.

Bezüglich der Konstitution der beiden Amylalkohole glaubte L. Pasteur[3]), dieselben seien chemisch identisch und nur physikalisch von einander verschieden. Die Untersuchungen von A. Pedler[4]) weisen aber überzeugend nach, daß die beiden Amylalkohole chemisch verschieden sind, eine verschiedene Konstitution besitzen. Während nämlich der inaktive Amylalkohol bei der Oxydation unter sehr geringer Kohlensäureentwickelung fast nur inaktive Baldriansäure lieferte, gab der aktive Amylalkohol unter starker Kohlensäureentwickelung neben viel Essigsäure eine rechtsdrehende Baldriansäure, welche von der ersten verschieden war.

Die Konstitution des aktiven Amylalkohols wurde zuerst von E. Erlenmeyer und C. Hell[5]) bei Gelegenheit ihrer Untersuchungen über Baldriansäuren verschiedenen Ursprungs berührt. Sie stellten durch Oxydation des aktiven Alkohols die aktive Baldriansäure dar und verglichen dieselbe mit den übrigen synthetisch erhaltenen Baldriansäuren. Von letzteren waren zwei bekannt: die normale Baldriansäure oder Propylessigsäure (von A. Lieben und A. Rossi[6]) dargestellt) und die Isopropylessigsäure oder Isovaleriansäure (von E. Erlenmeyer[7]) sowie E. Frankland und B. F. Duppa[8]) erhalten.) Trimethylessigsäure konnte die aktive Baldriansäure ebenfalls nicht sein und so verblieb nur noch eine Konstitution Methyläthylessigsäure $\frac{CH_3}{C_2H_5}>CH-COOH$; dem aktiven Amylalkohol mußte in Folge dessen die Formel $\frac{CH_3}{C_2H_5}>CH\text{-}CH_2OH$ gegeben werden.

Diese Annahme fand ihre Bestätigung in der Theorie von J. A. Le Bel[9]) und J. H. van 't Hoff[10]), daß alle optisch aktiven Stoffe ein asymmetrisches Kohlenstoffatom besitzen, d. h. ein Kohlenstoffatom, das mit vier verschiedenen Radikalen verbunden ist. Die oben gegebene Formel enthält ein solches asymmetrisches Kohlenstoffatom, dasjenige der CH-Gruppe, wie folgende Schreibweise zeigt:



Diese Formel stellt den einzigen Amylalkohol dar, welcher ein asymmetrisches Kohlenstoffatom enthält und daher nach der Theorie optisch wirksam sein kann.

Erheblich gestützt wurden diese Anschauungen über die Konstitution des aktiven Amylalkohols durch die Untersuchungen, welche angestellt wurden, um die Asymmetrie

[1]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. **9.** 782.
[2]) Annal. Chem. Pharm. 1883. **220.** 146.
[3]) Compt. rend. 1856. **42.** 1259.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1868. **147.** 243.
[5]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **160.** 257.
[6]) Annal. Chem. Pharm. 1871. **159.** 58.
[7]) Annal, Chem. Pharm. 1867. Supplementband 5. 337.
[8]) Annal. Chem. Pharm. 1868. **145.** 84.
[9]) Bull. soc. chim. [2]. 1874. **22.** 337.
[10]) Bull. soc. chim. [2]. 1875. **23.** 295.

des einen Kohlenstoffatoms aufzuheben. Dies geschieht dadurch, daß man eins der vier mit diesem Kohlenstoffatom verbundenen Radikale so umwandelt, daß es gleich einem der drei anderen Radikale wird; stimmt die Theorie mit den Thatsachen überein, so müssen die entstehenden Stoffe optisch inaktiv sein.

Letzteres ist wirklich der Fall. J. A. Le Bel[1]) ersetzte die Gruppe CH_2OH durch die Aethylgruppe und F. Just[2]) durch die Methylgruppe, wobei ersterer Methyl-Diäthyl-Methan, letzterer Aethyl-Dimethylmethan erhielt; beide Stoffe waren optisch inaktiv.

Die Konstitution des inaktiven Amylalkohols wurde von E. Erlenmeyer[3]) dargethan. Derselbe stellte aus dem Alkohol durch Behandlung des Jodids mit alkoholischem Kali Amylen her und oxydirte dieses, wobei viel Aceton entstand; der inaktive Amylalkohol mußte demnach die Gruppe $(CH_3)_2 = CH$ enthalten. Ferner stellte Erlenmeyer den inaktiven Gährungsamylalkohol synthetisch aus Gährungsbutylalkohol dar, dessen Konstitution er vorher festgestellt hatte. Beide Versuche führten zur Formel $(CH_3)_2 = CH-CH_2-CH_2OH$ für den inaktiven Gährungsamylalkohol. Die Synthese des inaktiven Gährungsamylalkohols wurde später von G. Balbiano[4]) wiederholt und die Konstitution desselben von A. Popoff und Th. Zincke[5]) durch Oxydation des Amylbenzols bestätigt.

Noch viele andere Untersuchungen sind über die Konstitution der Gährungsamylalkohole ausgeführt worden; eine ganze Anzahl derselben, z. B. diejenigen von F. Flavitzky[6]), A. Wyschnegradsky[7]), J. Osipoff[8]) und H. Eltekoff[9]) gingen von dem aus dem Gährungsamylalkohol dargestellten Amylen aus. Während die Konstitution des inaktiven Gährungsamylalkohols als mit Sicherheit festgestellt betrachtet werden kann, bedarf diejenige des aktiven noch der näheren Bestätigung. Begründet ist dieselbe bisher in erster Linie nur durch physikalische Gesetzmäßigkeiten: die Theorie von Le Bel und van t'Hoff und die Siedepunktsregelmäßigkeiten[10]). Synthetisch ist der aktive Amylalkohol noch nicht dargestellt worden.

Wesentlich erschwert wurde die Frage nach der Konstitution des aktiven Amylalkohols durch Angaben über die Darstellung eines rechtsdrehenden Amylalkohols; ob letzterer wirklich besteht, ist bis heute noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Man vergleiche hierüber B. Bakhoven[11]), G. Balbiano[12]), J. A. Le Bel[13]) und L. Borucki[14]).

---

1) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. 9. 732.

2) Annal. Chem. Pharm. 1883. 220. 146.

3) Zeitschr. f. Chemie 1867. 3. 117; Annal. Chem. Pharm. 1867. Supplementband 5. 337.

4) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. 9. 1473.

5) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1872. 5. 384.

6) Annal. Chem. Pharm. 1873. 165. 157; 1873. 169. 205; 1875. 179. 340.

7) Annal. Chem. Pharm. 1878. 190. 328.

8) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1875. 8. 1240.

9) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1877. 10. 706.

10) R. Windisch, Die Beziehungen zwischen dem Siedepunkt und der Zusammensetzung chem. Verbindungen. Inauguraldissert. Berlin 1889. S. 50.

11) Annal. Phys. Chemie 1874. Ergänzungsband 6. 325; Journ. prakt. Chemie [2]. 1873. 8. 272.

12) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. 9. 1692.

13) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1876. 9. 732; 1879. 12. 2163; Compt. rend. 1878. 86. 213; 1879. 89. 312.

14) L. Borucki, Der optisch aktive Amylalkohol. Inauguraldissert. Berlin 1886.

Neben diesen Amylalkoholen sind noch andere in den Fuselölen vermuthet worden. A. Wyschnegradsky[1]) glaubte aus dem Verhalten der von dem Gährungsamylalkohol abstammenden Amylene auf die Gegenwart von Normalamylalkohol unter den Gährungsprodukten schließen zu müssen. L. Rabuteau[2]) gibt an, er habe im Kartoffelfuselöl 6 Prozent Methyl-Propylcarbinol gefunden und H. Briem[3]) sprach von der Gegenwart von Methyl-Isopropylcarbinol im Melassenfuselöl, ohne es indeß abzuscheiden. Keiner dieser Alkohole ist bisher wieder unter den Gährungsprodukten angetroffen worden.

Eigene Untersuchungen des Verfassers über die Zusammensetzung der Branntweine.

1. Die Zusammensetzung des Kartoffelfuselöls.

Das zu den Versuchen dienende, bei der Rektifikation des Kartoffelbranntweins abgeschiedene Fuselöl hatte eine wenig gelbliche Farbe, unangenehmen, zu Husten reizenden Geruch und war vollkommen klar und durchsichtig. Das spezifische Gewicht desselben war gleich 0,8326 bei 15,5 ° gegen Wasser von 15,5 °.

Die qualitative Prüfung des Fuselöls ergab folgendes.

1. Prüfung auf Aldehyde. Da in den Fuselölen, den höchst siedenden Antheilen der Branntweine, bezüglich der Aldehyde nur auf Furfurol Rücksicht zu nehmen ist, wurde auf das Vorhandensein des letzteren mit Anilin und Salzsäure (S. 148) geprüft; 5 ccm Fuselöl wurden mit 3 Tropfen farblosen Anilins und 1 Tropfen konzentrirter Salzsäure versetzt. Die rothe Reaktion trat nur schwach ein; vergleichende Versuche lehrten, daß die Stärke der Reaktion derjenigen einer Furfurollösung gleich kam, welche 0,015 ccm Furfurol in 1 Liter Lösung enthielt. Das Kartoffelfuselöl enthielt also ebenfalls etwa 0,015 ccm Furfurol im Liter oder 0,0015 Volumprozente. Diese geringe Menge erklärt sich dadurch, daß der Kartoffelbranntwein nicht über freiem Feuer, sondern mit Dampf destillirt worden war.

2. Prüfung auf freie Säuren. 1 Liter Fuselöl wurde in einem Scheidetrichter unter gelindem Erwärmen mit Potaschelösung kräftig durchgeschüttelt, die Potaschelösung abgelassen und das Fuselöl noch zweimal mit Wasser ausgeschüttelt; das abgelassene Wasser wurde mit der Potaschelösung in einem Kolben vereinigt. Hierauf wurde destillirt, um die von dem Wasser aus dem Fuselöl aufgenommenen Alkohole zu entfernen, dann mit Schwefelsäure angesäuert und von Neuem destillirt; als der Kolbeninhalt etwa noch 200 ccm betrug, wurde Wasserdampf eingeleitet. Das Destillat reagirte sauer und auf der Oberfläche schwammen einzelne Fettaugen, welche bei etwa 14 ° bis 16 ° erstarrten. Durch Ausschütteln des Destillats mit Aether erhielt man 0,047 g höherer Fettsäuren; die nicht vom Aether aufgenommenen Säuren wurden durch 3,2 ccm $^1/_{10}$ Normalkali gesättigt.

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1878. 190. 328.
[2]) Compt. rend. 1878. 87. 500.
[3]) Organ d. Centralvereins für Rübenzuckerindustrie in d. Oesterr.-Ungarischen Monarchie. 1877. 15. 180.

3. Prüfung auf Fettsäureester. Das von der Potaschelösung abgehobene säurefreie Fuselöl wurde am Rückflußkühler 1 Stunde mit wenig Kali gekocht, dann wurden, zuletzt mit Wasserdampf, die höheren Alkohole vollständig abdestillirt, der Rückstand mit Schwefelsäure angesäuert und mit Wasserdampf destillirt. Das Destillat reagirte sauer und auf der Oberfläche schwammen einzelne Oeltropfen, welche bei 8° bis 10° erstarrten. Durch Ausschütteln mit Aether wurden 0,0774 g höhere Fettsäuren gewonnen; die nicht vom Aether aufgenommenen Säuren wurden durch 1,8 ccm $^1/_{10}$ Normalkali gesättigt.

4. Prüfung auf Basen. Die von den Kalisalzen der Estersäuren abdestillirte Flüssigkeit wurde mit verdünnter Schwefelsäure und darauf zweimal mit Wasser ausgeschüttelt. Die in einem Kolben vereinigten sauren Auszüge wurden gekocht, bis sich Schwefelsäuredämpfe zeigten, hierauf noch 10 ccm konzentrirte Schwefelsäure zugesetzt und bis zum vollkommenen Farbloswerden bis zum Siedepunkte der Schwefelsäure erhitzt. Hierdurch werden alle Aminbasen in Ammoniak verwandelt, welches an die Schwefelsäure gebunden bleibt. Dann wurde alkalisch gemacht und destillirt, wobei 20 ccm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure als Vorlage dienten; die Spitze des Destillationsrohres tauchte in die Schwefelsäure. Nach beendigter Destillation wurde die vorgelegte Schwefelsäure mit $^1/_{10}$ Normalkali zurücktitrirt. Durch das überdestillirte Ammoniak waren 3,4 ccm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure gesättigt worden, es waren daher 0,0048 g Ammoniak entstanden. Rechnet man dieses Ammoniak auf die Morin'sche Base $C_7H_{10}N_2$ (S. 192) um, so enthielt 1 Liter Kartoffelfuselöl 0,0172 g dieser Base.

Der Rest des Kartoffelfuselöls bestand aus höheren Alkoholen. Es stellte daher ein Gemisch von Alkoholen mit sehr geringen Mengen von Furfurol und Basen und etwas größeren, aber immer noch sehr kleinen Mengen von Fettsäuren und deren Estern dar. Da keine Aussicht vorhanden war, das Furfurol und die Basen zu isoliren, ließ man sie unberücksichtigt; auch die freien Säuren und die Säureester wurden nicht von einander getrennt, sondern zusammen weiter untersucht.

Zunächst wurde die Bestimmung des Wassergehaltes des Fuselöls vorgenommen. 1 Liter Fuselöl wurde der Destillation unterworfen; es begann bei 80° zu sieden und zunächst ging eine trübe Flüssigkeit über, welche sich in dem als Vorlage dienenden Scheidetrichter in zwei Schichten trennte: in eine untere wässerige und eine obere alkoholische. Sobald die übergehende Flüssigkeit klar war, wurde die Vorlage gewechselt und in einem zweiten Gefäß alles bis 112° übergehende aufgefangen; der Destillationsrückstand, welcher kein Wasser mehr enthielt, wurde in einen Meßcylinder gegossen. Dann wurde mit der von dem Wasser abgehobenen Alkoholschicht dasselbe Verfahren wiederholt und dies so lange fortgesetzt, bis der trübe Theil des Destillats sehr klein geworden war. Dadurch war das Fuselöl in drei Theile zerlegt: Wasser, das noch Alkohole enthielt, Alkohole, welche noch Wasser enthielten, und wasserfreie Alkohole. Die feuchten Alkohole wurden mit Potasche versetzt, wodurch zwei Schichten entstanden; die obere wurde wieder mit Potasche versetzt und dies wiederholt, bis die Potasche nicht mehr zerfloß. Das alkoholhaltige Wasser wurde mit Potasche gesättigt und die entstehende Alkoholschicht mit Potasche getrocknet und mit den anderen entwässerten Alkoholen vereinigt. Man ließ dieselben dann noch unter öfterem Umschütteln über ent-

wässertem Kupfersulfat stehen und maß ihr Volum; es betrug 903,3 ccm. In 1 Liter des Fuselöls waren demnach 96,7 ccm Wasser, oder dasselbe enthielt 9,67 Volumprozent Wasser.

Zur Untersuchung der Alkohole und Säuren des Fuselöls wurden 25 Liter in Arbeit genommen, welche man in zwei Theilen zu 12,5 Liter verarbeitete. Das Fuselöl wurde in einer großen Blase aus starkem Kupferblech mit festem Natriumhydrat (1 g auf 12,5 Liter) versetzt, dieses bei gewöhnlicher Temperatur in Lösung gebracht und dann 1 Stunde am Rückflußkühler gekocht. Nachdem hierdurch sowohl die freien Säuren als auch die Estersäuren an Natron gebunden waren, wurden 12 Liter abdestillirt; hierauf wurde mit eingeleitetem Wasserdampf weiter destillirt, bis nur noch reines Wasser überging, und dieser Theil des Destillats gesondert aufgefangen. Man hatte nunmehr die im freien Zustand und in der Form von Estern im Fuselöl enthaltenen Säuren an Natron gebunden im Rückstand, die Alkohole aber im Destillat.

1. Untersuchung der Alkohole des Kartoffelfuselöls.

Da ein Wassergehalt des Fuselöls die Trennung durch fraktionirte Destillation erheblich erschwert, wurde auf die Entwässerung große Sorgfalt verwandt; sie wurde durch mechanische Abscheidung des Wassers und darauf folgende Trocknung mit Potasche und entwässertem Kupfersulfat in der vorher beschriebenen Weise ausgeführt.

Als Fraktionirvorrichtung diente eine Verbindung der von E. Linnemann (S. 156) sowie von J. A. Le Bel und A. Henninger (S. 157) angegebenen Kugelröhren. Die Kugeln derselben waren unter einander durch dünne, außen angeschmolzene Glasröhrchen verbunden; in der Längsaxe der Röhre war eine Anzahl Näpfchen aus Platindrahtnetz angebracht und zwar für jede Kugel eins. Anfänglich verwandte man eine Röhre mit 16 Kugeln, man ging aber bald wieder von dieser großen Zahl ab, da die Wirkung der Zahl derselben nicht entsprach; später destillirte man stets mit Hülfe einer Röhre mit 4 Kugeln und 4 Näpfchen aus Platindrahtnetz. Einige Versuche mit der Fraktionirvorrichtung von G. Glinsky (S. 157) lehrten, daß dieselbe lange nicht das leistete wie die vorbeschriebene Kugelröhre.

Eine ausgezeichnete dephlegmirende Wirkung übte die große, 15 Liter fassende Kupferblase aus, aus welcher das Fuselöl destillirt wurde; dieselbe konnte durch eine kleine Flamme so hoch erhitzt werden, daß auch der Amylalkohol überdestillirte. Die große Oberfläche der kupfernen Blasenwand wurde durch die Luft abgekühlt und hierdurch die Kondensation der höher siedenden Dämpfe bewirkt; eine weitere Rektifikation fand dann in dem Fraktionieraufsatz statt. Die dephlegmirende Wirkung der großen Blasenoberfläche kam namentlich bei der Beschickung der Blase mit kleineren Flüssigkeitsmengen zur Geltung; man destillirte daher auch die kleinsten Fraktionen (bis zu $^1/_2$ Liter) aus der großen Blase. Verluste beim Umfüllen wurden hierdurch vermieden.

Ueber die fraktionirte Destillation selbst ist wenig zu bemerken; sie wurde in der üblichen Weise ausgeführt. Im Ganzen waren mehrere hundert Destillationen erforderlich; zur Messung der Temperatur der übergehenden Dämpfe wurde ein Satz von sieben kleinen, in $^1/_5{}^\circ$ getheilten Thermometern verwandt. Am leichtesten läßt sich der Amylalkohol abscheiden; schon bei der ersten Destillation erhält man eine größere Menge desselben im Zustande der Reinheit. Schwieriger ist die Abscheidung des Iso-

butylalkohols und in noch höherem Maße diejenige des Propylalkohols; bei den ersten Destillationen bleibt die Temperatur bei den Siedepunkten dieser Alkohole nicht länger konstant als bei den dazwischen liegenden Temperaturen. Erst allmählich gehen größere Mengen bei diesen Siedepunkten über.

Das entwässerte Kartoffelfuselöl begann bei 81° zu sieden. Die Temperatur stieg allmählich bis 131° und blieb beständig so hoch, bis der letzte Tropfen übergegangen war; höher als 131° siedende Stoffe konnten daher nur in Spuren vorhanden sein.

Außer auf die unzweifelhaft nachgewiesenen Gährungsalkohole, Normalpropylalkohol, Isobutylalkohol und Amylalkohol, wurde auch noch auf die anderen im Fuselöl vermutheten Alkohole Rücksicht genommen; namentlich war man darauf bedacht, Isopropylalkohol und Normalbutylalkohol aus dem Fuselöl abzuscheiden. Thatsächlich erhielt man bei Beginn der Destillationen erhebliche Mengen von Flüssigkeiten, welche den Siedepunkt dieser Alkohole (82 bis 83° und 116 bis 117°) zeigten; sie ließen sich aber fast vollständig zerlegen in Aethylalkohol (Sdp. 78,4°) und Normalpropylalkohol (Sdp. 97,4°) bezw. in Isobutylalkohol (Sdp. 107°) und Amylalkohol (Sdp. 130 bis 131°).

Aethylalkohol, Normalpropylalkohol, Isobutylalkohol und Amylalkohol wurden in größeren Mengen, letzterer sogar in sehr großen, aus dem Kartoffelfuselöl abgeschieden. Durch sehr häufig wiederholte Destillationen konnte man die zwischen den konstanten Siedepunkten dieser Alkohole übergehenden Zwischenprodukte (Gemenge zweier Alkohole) auf eine ziemlich kleine Menge beschränken. Von einer anderweitigen Trennung derselben, etwa durch Ueberführung der Alkohole in Alkylbromide oder -jodide und fraktionirte Destillation derselben, wurde abgesehen, da die Menge der Zwischenprodukte zu geringfügig war. Zur Bestimmung des Gehalts der Gemische an den einzelnen Alkoholen wurden Elementaranalysen gemacht; da man nach den zahlreichen Fraktionirungen annehmen durfte, daß die Gemische nur aus je zwei benachbarten Alkoholen bestanden, konnte man aus dem Kohlenstoffgehalt des Gemisches die Mengenverhältnisse der beiden Alkohole berechnen. Man erhielt z. B. 57 ccm Flüssigkeit, welche zwischen 98° und 106° überging und demnach ein Gemisch von Normalpropylalkohol und Isobutylalkohol sein mußte. Die Elementaranalyse ergab 62,78 Prozent Kohlenstoff und 13,37 Prozent Wasserstoff, während der Propylalkohol 59,98 Prozent Kohlenstoff und 13,36 Prozent Wasserstoff und der Isobutylalkohol 64,84 Prozent Kohlenstoff und 13,54 Prozent Wasserstoff enthält. Der Unterschied im Wasserstoffgehalt ist zu gering, um eine Berechnung zuzulassen; aus dem Kohlenstoffgehalt des Zwischenprodukts ergiebt sich, daß dasselbe 58 Prozent Normalpropylalkohol und 42 Prozent Isobutylalkohol enthält, d. h. die 57 ccm Zwischenprodukt bestehen aus 33 ccm Propylalkohol und 24 ccm Butylalkohol. In dieser Weise wurden alle Zwischenprodukte unter Zugrundelegung der Elementaranalyse durch Rechnung in ihre Bestandtheile zerlegt. Auf 1 l der entwässerten Alkohole des Fuselöls berechnet ergab sich folgende Zusammensetzung. 1 l der entwässerten Alkohole bestand aus:

31,3 ccm Aethylalkohol,
66,3 ccm Normalpropylalkohol,
236,5 ccm Isobutylalkohol,
665,9 ccm Amylalkohol.

Andere Alkohole, insbesondere Isopropylalkohol, Normalbutylalkohol und höher als 131° siedende, waren nicht vorhanden.

Die durch die Destillationen abgeschiedenen Alkohole waren mit Ausschluß eines großen Theils des Amylalkohols noch nicht vollkommen rein, sondern enthielten noch geringe Beimengungen. Dementsprechend waren auch die Siedepunkte noch nicht völlig konstant; was von 78 bis 79° überging, wurde als Aethylalkohol, von 97 bis 98° als Normalpropylalkohol, von 106 bis 107° als Isobutylalkohol in Anspruch genommen. Die Beimengungen waren indeß so gering, daß sie durch die Elementaranalyse nicht mehr sicher nachgewiesen werden konnten. Durch eine einzige Destillation konnte man mit Leichtigkeit große Mengen der Alkohole im Zustande vollkommener Reinheit erhalten.

Die folgenden Versuche zur näheren Kennzeichnung der Alkohole wurden mit den reinen, konstant siedenden Stoffen angestellt. Die Siedepunkte wurden mit einem in $^1/_5$° getheilten Thermometer, das sich ganz im Dampf befand, bestimmt. Die spezifischen Gewichte wurden mit Hülfe eines 50 ccm fassenden Pyknometers (enger Hals mit Marke) ermittelt. Die Elementaranalysen wurden durch Verbrennen der Stoffe mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom unter Anwendung eines beiderseits offenen Rohres nach dem Verfahren von C. Glaser[1]) ausgeführt. Die Gasvolumgewichte wurden nach dem Luftverdrängungsverfahren in der von V. Meyer[2]) angegebenen Form bestimmt; die Berechnung erfolgte nach der Formel:

$$d = \frac{760\,p\,(1 + 0{,}00367\,t)}{0{,}00008988\;v\,(b - f)},$$

worin bedeutet:

d das auf Wasserstoff bezogene Gasvolumgewicht des Stoffes,
p die angewandte Menge des Stoffes in Grammen,
v das Volumen des verdrängten Luftvolums (in ccm) bei t° und (b—f) mm Druck,
t die Temperatur der verdrängten Luft,
b den Barometerstand in mm, auf 0° reduzirt,
f die Spannkraft des Wasserdampfs bei t°,
0,00008988 das Gewicht von 1 ccm Wasserstoff in Grammen bei 0° und 760 mm Druck,
0,00367 den Ausdehnungskoëffizienten der Gase.

Zur Oxydation der Alkohole wurden dieselben mit einer Chromsäuremischung, welche 78 g Kaliumbichromat und 105 g konzentrirte Schwefelsäure im Liter enthielt, am Rückflußkühler gekocht. Nach Beendigung der Oxydation wurde abdestillirt, zuletzt mit Hilfe von Wasserdampf, und das Destillat mit Baryumcarbonat am Rückflußkühler erhitzt. Dann wurde die an der Oberfläche schwimmende Oelschicht, welche aus Aldehyden und Estern bestand, abdestillirt, der Rückstand im Kolben eingeengt und nach

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1870. Supplementband 7. 215; vergl. auch J. Löwe, Zeitschrift analyt. Chemie 1870. 9. 216.

[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1878. 11. 1867 und 2253; der angewandte Verschlußstopfen war der von Lothar Meyer (Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. 13. 991) angegebene.

Ueberführung in eine Porzellanschale noch weiter im Wasserbade eingeengt. Hierauf wurde in eine große Platinschale filtrirt, das auf dem Filter zurückbleibende überschüssige Baryumcarbonat mit heißem Wasser ausgewaschen, das Filtrat zur Trockne verdampft, mit Wasser wieder aufgenommen, wieder in eine Platinschale filtrirt und eingedampft. Die Baryumsalze wurden wiederholt zerrieben und von neuem bei 100° getrocknet und schließlich im Exsiccator über Schwefelsäure aufbewahrt. Zur Baryumbestimmung wurden die Baryumsalze in einen tarirten Platintiegel gewogen, mit einem geringen Ueberschuß von konzentrirter Schwefelsäure versetzt, die Schwefelsäure vorsichtig abgeraucht und das Baryumsulfat geglüht und gewogen. Diese Bestimmung ist wegen ihrer Einfachheit sehr genau. Noch sei bemerkt, daß im folgenden stets die von Lothar Meyer und K. Seubert[1]) berechneten Atomgewichte: H = 1, O = 15,96, C = 11,97, S = 31,98 und Ba = 136,86 angewandt wurden.

1. Normalpropylalkohol C_3H_8O = 59,87. Siedepunkt 97,5° bei 757,9 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt). Spezifisches Gewicht bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° gleich 0,8079. Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) d = 30,6 (theoretisch = 29,935). Elementaranalyse:

0,2174 g Stoff gaben 0,4771 g Kohlensäure und 0,2590 g Wasser;

0,1734 g Stoff gaben 0,3835 g Kohlensäure und 0,2071 g Wasser.

	gefunden I.	gefunden II.	berechnet für C_3H_8O
Prozente Kohlenstoff:	59,85	60,01	59,98
Prozente Wasserstoff:	13,27	13,22	13,36.

Analyse des Baryumsalzes der durch Oxydation des Normalpropylalkohols entstandenen Säure:

0,4729 g Baryumsalz gaben 0,3891 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_3H_5O_2)_2Ba$
Prozente Baryum:	48,40	48,44.

2. Isobutylalkohol $C_4H_{10}O$ = 73,74. Siedepunkt 107° bei 753,2 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt) Spezifisches Gewicht bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° gleich 0,8042. Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) d = 38,0 (theoretisch = 36,87). Elementaranalyse:

0,1827 g Stoff gaben 0,4348 g Kohlensäure und 0,2230 g Wasser;

0,2521 g Stoff gaben 0,6011 g Kohlensäure und 0,3051 g Wasser.

	gefunden I.	gefunden II.	berechnet für $C_4H_{10}O$
Prozente Kohlenstoff:	64,92	65,03	64,84
Prozente Wasserstoff:	13,59	13,48	13,54.

Die Analyse des Baryumsalzes der durch Oxydation des Isobutylalkohols entstandenen Säure ergab, daß das Oxydationsprodukt neben Isobuttersäure merkliche Mengen Essigsäure enthielt; man erhielt 44,41 Prozent Baryum, während buttersaures Baryum 44,08 und essigsaures 53,76 Prozent verlangt. Durch Ausziehen der trockenen

[1]) Lothar Meyer und K. Seubert, Die Atomgewichte der Elemente. Leipzig 1883.

fein gepulverten Baryumsalze mit absolutem Alkohol bei 40 bis 50° gelang es, das buttersaure Salz vom essigsauren zu trennen; nachdem die vom absoluten Alkohol aufgenommenen Salze nochmals in derselben Weise behandelt worden waren und dies ein drittes Mal wiederholt wurde, war das buttersaure Baryum analysenrein.

0,5719 g Baryumsalz gaben 0,4288 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_4H_7O_2)_2$ Ba
Prozente Baryum:	44,10	44,08.

Der Gährungsbutylalkohol war zwar durch seinen Siedepunkt (107°) bereits hinlänglich als Isobutylalkohol gekennzeichnet, man stellte indeß die Konstitution des Alkohols durch Bereitung des Essigsäureesters noch näher klar; der Normalbutylester siedet nämlich bei 124,4° bis 125°, der Isobutylester bei 112 bis 113°. Man löste den Alkohol in Eisessig und leitete gasförmige Salzsäure ein. Nach Beendigung der Reaktion wurde durch Wasserzusatz der Ester abgeschieden, im Scheidetrichter abgehoben, mehrmals mit Wasser geschüttelt und getrocknet. Der durch fraktionirte Destillation im reinen Zustand erhaltene Ester stellte eine angenehm fruchtartig riechende Flüssigkeit vom Siedepunkt 112° bis 113° dar. Die Elementaranalyse hatte folgendes Ergebniß.

0,1568 g Stoff gaben 0,3560 g Kohlensäure und 0,1445 g Wasser;

0,1590 g Stoff gaben 0,3620 g Kohlensäure und 0,1490 g Wasser.

	gefunden		berechnet für $C_6H_{12}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	61,92	62,09	62,05
Prozente Wasserstoff:	10,26	10,44	10,37.

3. Amylalkohol $C_5H_{12}O = 87{,}71$. Der Gährungsamylalkohol ist, wie schon vorher (S. 200) mitgetheilt wurde, nicht einheitlich, sondern ein Gemisch von mindestens zwei verschiedenen Amylalkoholen, dem aktiven und dem inaktiven, die auch chemisch (in ihrer Konstitution) verschieden sind. Dies gab sich auch hier schon durch den inkonstanten Siedepunkt zu erkennen. Bei den großen Mengen Amylalkohol, welche aus 25 Liter Kartoffelfuselöl abgeschieden wurden, stieg der Siedepunkt von 127° ab nur außerordentlich langsam. Die Elementaranalyse ergab, daß bei 128° bereits reiner Amylalkohol überging; auch der letzte bei 131° übergehende Antheil hatte die Zusammensetzung des Amylalkohols. Man fing dann das Destillat von $^1/_2$ zu $^1/_2$° gesondert auf und stellte fest, daß alle Fraktionen die Zusammensetzung des Amylalkohols hatten; man vereinigte daher alles bei 128 bis 131° Uebergehende, ohne auf eine weitere Trennung der beiden sehr ähnlichen Amylalkohole einzugehen.

Das spezifische Gewicht dieses gesammten Gährungsamylalkohols bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° war gleich 0,8098. Elementaranalyse:

0,2430 g Stoff gaben 0,6087 g Kohlensäure und 0,2969 g Wasser;

0,1627 g Stoff gaben 0,4071 g Kohlensäure und 0,1983 g Wasser.

	gefunden		berechnet für $C_5H_{12}O$
	I.	II.	
Prozente Kohlenstoff	68,31	68,25	68,16
Prozente Wasserstoff	13,61	13,57	13,67.

Das Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) ergab sich zu d = 45,4 (theoretisch = 43,855). Der Gährungsamylalkohol war optisch linksdrehend. Das Drehungs-

vermögen wurde sowohl mit dem Mitscherlich'schen Halbschattenapparat (homogenes Natriumlicht) als auch mit dem Scheibler'schen Polarisationsapparat (Mischlicht einer leuchtenden Gasflamme) im 2 Dezimeter langen Rohr bestimmt; es ergab sich $[\alpha]_D^{20} = -1{,}280°$.

Bei der Oxydation des Amylalkohols entstand neben Baldriansäure eine erhebliche Menge Essigsäure, welche eins der Oxydationsprodukte des aktiven Amylalkohols ist. Das Baryumsalz der Gesammtsäure gab 41,73 Prozent Baryum, während baldriansaures Baryum 40,44 und essigsaures Baryum 53,76 Prozent Baryum verlangen. Das baldriansaure Baryum wurde durch mehrmaliges Ausziehen des Salzgemisches mit absolutem Alkohol rein erhalten.

0,3586 g Baryumsalz gaben 0,2460 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_5H_9O_2)_2Ba$
Prozente Baryum:	40,35	40,44.

Bei weiterer mehrmaliger Behandlung des von dem absoluten Alkohol nicht aufgenommenen Salzes mit Alkohol hinterblieb zuletzt reines essigsaures Baryum:

0,1643 g Baryumsalz gaben 0,1501 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_2H_3O_2)_2Ba$
Prozente Baryum:	53,73	53,76.

2. Untersuchung der Fettsäuren des Kartoffelfuselöls.

Im Rückstande der Destillation der Alkohole des Fuselöls befanden sich alle Säuren des Fuselöls als Natriumsalze; die Säuren selbst waren zum Theil in freiem Zustande, zum Theil in Form von Estern im Fuselöl vorhanden.

Nach den Erfahrungen, welche man bei der Voruntersuchung von 1 Liter Kartoffelfuselöl (S. 204) gewonnen hatte, war die Menge der aus 25 Litern abgeschiedenen Fettsäuren nicht groß, etwa 3 bis 4 g. Man nahm daher Anfangs von einer näheren Untersuchung derselben Abstand. Als man aber später bei der Untersuchung des Kornfuselöls, welches große Mengen Fettsäuren enthält, in der Trennung der letzteren genügend geübt war, und es sich herausgestellt hatte, daß auch kleinere Mengen Fettsäuren noch mit Sicherheit getrennt werden konnten, entschied man sich nachträglich für die Untersuchung der inzwischen aufbewahrten Natriumsalze.

Die wässerige Lösung derselben wurde durch Filtriren von ungelösten Unreinheiten befreit und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt; die Fettsäuren wurden hierdurch als hellbraune, ölige, oben schwimmende Schicht abgeschieden. Als bestes Mittel zur Reinigung kleiner Mengen von Fettsäuren erwies sich die Destillation derselben mit Wasserdampf. Man brachte die ganze Flüssigkeit in einen Kolben und destillirte, zuletzt durch Einleiten von Wasserdampf; die höheren Säuren gingen in Form farbloser Oeltröpfchen in das Destillat, wo sie allmählich erstarrten, während die niederen Säuren gelöst blieben. Man schüttelte das Destillat wiederholt mit Aether aus, vereinigte die ätherischen Auszüge in einem Scheidetrichter, schüttelte sie mit Wasser und hob die Aetherschicht ab. Nach dem Verdunsten des Aethers bei gewöhnlicher Temperatur und Trocknen über Schwefelsäure erhielt man 3,547 g eines schwach gelblich gefärbten öligen Fettsäuregemisches, das bei etwa 12° zu einer kaum gelb gefärbten fettigen Masse

erstarrte. Alle wässerigen Schichten, welche mit den Fettsäuren und deren ätherischer Lösung in Berührung gewesen waren, wurden vereinigt, alkalisch gemacht, durch Kochen vom Aether befreit und eingeengt, dann mit Schwefelsäure angesäuert und destillirt. Es gingen anfänglich reichlich farblose Oeltröpfchen über, welche sich aber später wieder lösten; das Destillat reagirte stark sauer. Die Destillation wurde fortgesetzt, bis das Uebergehende nicht mehr sauer reagirte.

a) Untersuchung der unlöslichen Säuren.

Die Trennung der unlöslichen Fettsäuren wurde durch fraktionirte Fällung der alkoholischen Lösung mit einer gesättigten, heißen, wässerigen Barytlösung ausgeführt. Die heiß gesättigte Barytlösung stand unter Abschluß von Kohlensäure in einem kochenden Wasserbade. Durch den Stopfen des Kolbens führte eine Bürette bis nahe zum Boden; dieselbe wurde durch Aufsaugen mit der heißen Barytlösung gefüllt.

Man wog 0,5 bis 0,6 g der Fettsäuren in eine Porzellanschale und titrirte dieselben mit der heißen Barytlösung; die aus den Baryumsalzen zurückgewonnenen Fettsäuren wurden wieder zu den übrigen Säuren gefügt. Dann berechnete man, wie viel Barytlösung zur Neutralisirung der gesammten Fettsäuren nothwendig sei, löste die Fettsäure in wenig absolutem Alkohol, erhitzte zum Sieden und ließ zu der heißen alkoholischen Fettsäurelösung 1/5 der zur vollständigen Neutralisirung der Säuren nöthigen heißen Barytlösung zufließen. Die heiße Flüssigkeit blieb anfangs klar, trübte sich aber beim langsamen Abkühlen und schied einen weißen Niederschlag ab. Zuletzt kühlte man mit Eiswasser, filtrirte durch ein gewogenes Filter, wusch mit wenig eiskaltem absolutem Alkohol nach, saugte den Niederschlag mit Hilfe einer Saugepumpe vollständig ab und trocknete ihn bei 100°; nach dem Trocknen wurde der Baryumgehalt des ausgeschiedenen Salzes als Baryumsulfat bestimmt, aus einem Theil die Fettsäure frei gemacht, letztere mit Aether aufgenommen, der Aether verdunstet, die Fettsäure getrocknet und in der üblichen Weise der Schmelzpunkt bestimmt.

Das Filtrat wurde wieder mit der gleichen Menge heißer Barytlösung versetzt und genau in der vorher beschriebenen Weise verfahren. Man erhielt auf diesem Wege 5 Fällungen, von denen die fünfte viel geringer war als die übrigen, und eine gelbliche Mutterlauge. Letztere, die noch schwach sauer reagirte, wurde mit Barytwasser genau neutralisirt, eingedampft und auf ihren Barytgehalt geprüft.

Folgendes sind die Ergebnisse der Untersuchung der einzelnen Fällungen.

Nummer der Fällung	1	2	3	4	5	Mutterlauge
Prozente Baryum	28,58	28,93	31,58	32,39	32,63	37,18
Schmelzpunkt der freigemachten Säuren	28,2°	25,6°	10,9°	16,1°	8°	in Eiswasser flüssig.

Hierunter sind die Schmelzpunkte der Säuren der sechsten bis zehnten Kohlenstoffreihe und die Baryumgehalte ihrer Baryumsalze gestellt

Name der Säuren:	Kaprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$	Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$	Kaprylsäure $C_8H_{16}O_2$	Oenanthsäure $C_7H_{14}O_2$	Kapronsäure $C_6H_{12}O_2$
Baryumgehalt der Baryumsalze . .	28,69	30,47	32,42	34,71	37,40.
Schmelzpunkt d. Säur.	30°	12,5°	16,5°	—10,5°	—1,5°.

Aus dem Ergebniß der Untersuchung der einzelnen Fällungen ist folgendes zu schließen.

Die erste Fällung war nicht rein weiß, sondern gelblich gefärbt, da der Niederschlag einen Theil der Verunreinigungen mit niedergerissen hatte. Durch mehrmaliges Behandeln mit kaltem Alkohol konnte der gelbfärbende Stoff entfernt werden, wodurch das hinterbleibende Salz fast weiß wurde. Der Barymgehalt des gereinigten Salzes war gleich 28,62 Prozent, der Schmelzpunkt der Säure 29,7°: es war reines kaprinsaures Barym.

Die zweite Fällung, wie die folgenden rein weiß, enthielt neben Kaprinsäure noch wenig einer zweiten niederen Fettsäure. Welcher Art die letztere ist, ersieht man aus der dritten Fällung. Wäre die zweite Säure der zweiten Fällung Kaprylsäure gewesen, so hätte die dritte Fällung entweder reine Kaprylsäure oder ein Gemisch derselben mit einer niederen Säure enthalten müssen; keinesfalls durfte sie aber neben der Kaprylsäure noch Kaprinsäure enthalten, da diese bei der zweiten Fällung bereits vollkommen abgeschieden wurde. Die dritte Fällung enthält aber neben Kaprylsäure thatsächlich noch eine höhere Fettsäure, wie aus dem Barymgehalt klar hervorgeht. Die niedere Säure der zweiten Fällung und die höhere Säure der dritten Fällung kann daher nur Pelargonsäure sein.

Aus der dritten Fällung gelang es in der That Pelargonsäure nahezu rein abzuscheiden. Nach dem Barymgehalt enthielt die dritte Fällung 43 Prozent Pelargonsäure und 57 Prozent Kaprylsäure. Obwohl nur etwa 1,8 g der Fällung zur Verfügung stand, versuchte man eine zweite fraktionirte Fällung. Man machte mit Schwefelsäure die Fettsäuren frei, löste in Alkohol und setzte eine so berechnete Menge Barytlösung zu, daß $^2/_5$ der Säuren neutralisirt wurden. Die Fällung, welche 0,54 g wog, ergab bei der Analyse 30,68 Prozent Barym und die freie Säure schmolz bei 10,8°; reine Pelargonsäure erfordert für ihr Barymsalz 30,47 Prozent Barym und schmilzt bei 12,5°.

Die vierte Fällung bestand aus reinem kaprylsaurem Barym.

Die fünfte Fällung, welche nur 0,46 g wog, enthielt neben Kaprylsäure noch eine geringe Menge einer niederen Säure, deren Natur nicht näher ermittelt werden konnte. Die Zusammensetzung des in der Mutterlauge gelösten Salzes läßt kaum einen Zweifel daran, daß es Kapronsäure war.

Die Mutterlauge lieferte beim Eindampfen ein gelb gefärbtes Salz; durch Behandeln mit eiskaltem Alkohol konnten diese harzigen, von der Einwirkung des Natriumhydrats auf das Furfurol des Fuselöls herrührenden Verunreinigungen zum größten Theil entfernt werden. Das gereinigte Salz enthielt 37,81 Prozent Barym und die freie Säure blieb im Eiswasser flüssig: es war reines kapronsaures Barym.

Die unlöslichen Fettsäuren enthielten demnach viel Kaprinsäure und Kaprylsäure, weniger Kapronsäure und Pelargonsäure; Oenanthsäure war nicht nachweisbar.

b. Untersuchung der im Wasser gelösten Säuren.

Die wasserlöslichen Säuren enthielten noch erhebliche Mengen höherer Säuren, wie die bei Beginn der Destillation erscheinenden Oeltröpfchen bewiesen. Man neutralisirte

die Säuren mit Kali, engte sie stark ein und machte mit Schwefelsäure die Fettsäuren frei. Ein Theil schied sich als farblose obere Schicht ab; man hob ihn ab, schüttelte die wässerige Schicht mit Aether aus, vereinigte den ätherischen Auszug mit den abgeschiedenen Säuren, verdunstete den Aether und trocknete die Säuren. In Eiswasser blieben sie flüssig. Man löste sie in Alkohol und sättigte mit Barytwasser; das Baryumsalz enthielt 37,51 Prozent Baryum: es war kapronsaures Baryum, welches 37,40 Prozent Baryum erfordert.

Die im Wasser gelösten, vom Aether nicht aufgenommenen Säuren wurden mit Barytwasser neutralisirt und stark eingeengt; es krystallisirte ein Salz aus, das sich ebenfalls als nahezu reines kapronsaures Baryum erwies (es enthielt 37,63 Prozent Baryum). Eine nochmalige Krystallisation der weiter eingeengten wässerigen Lösung enthielt 38,12 Prozent Baryum, bestand also noch zum großen Theil aus kapronsaurem Baryum.

Der Rest der Lösung wurde eingedampft, getrocknet, fein gepulvert und drei Mal mit unzureichenden Mengen absoluten Alkohols ausgezogen. Die Untersuchung der Auszüge ergab folgende Baryumgehalte:

Nummer der Auszüge . .	1	2	3	Rückstand
Baryumgehalt	45,23	53,37	53,68	53,73
Geruch der freien Säuren	nach Buttersäure	nach Essigsäure, wenig nach Buttersäure	nach Essigsäure	

Der erste Auszug enthielt fast zu gleichen Theilen Kapronsäure, Buttersäure und Essigsäure, der zweite neben viel Essigsäure, wenig Buttersäure, der dritte reine Essigsäure und der Rückstand, etwa 70 Prozent der löslichen Fettsäuren betragend, ebenfalls reine Essigsäure. Die wasserlöslichen Säuren bestanden demnach aus viel Essigsäure, weniger Kapronsäure und sehr wenig Buttersäure. Propionsäure und Baldriansäure wurden nicht gefunden; die Abwesenheit der letzteren, die wegen ihres charakteristischen Geruchs der Untersuchung nicht entgehen konnte, ist mit Sicherheit dargethan.

Zusammenfassung des Ergebnisses der Untersuchung des Kartoffelfuselöls.

In 1 kg des Kartoffelfuselöls, wie es bei der Rektifikation des Kartoffelbranntweins abgeschieden wurde, wurden gefunden:

Wasser	116,1 g	Amylalkohol . . .	588,8 g
Aethylalkohol . . .	27,6 „	Freie Fettsäuren . .	0,09 „
Normalpropylalkohol	58,7 „	Fettsäureester . . .	0,17 „
Isobutylalkohol . .	208,6 „	Furfurol und Basen	0,04 „

Da der Wasser- und Aethylalkoholgehalt der Fuselöle von Zufälligkeiten abhängig ist, berechnet man zweckmäßig die Zusammensetzung derselben auf ein von Wasser und Aethylalkohol befreites Produkt.

In 1 kg des von Wasser und Aethylalkohol befreiten Kartoffelfuselöls wurden gefunden:

Normalpropylalkohol	68,54 g	Freie Fettsäuren . .	0,11 g
Isobutylalkohol . .	243,5 „	Fettsäureester . . .	0,20 „
Amylalkohol . . .	687,6 „	Furfurol und Basen .	0,05 „

In 100 Gewichtstheilen der freien Säuren und der Estersäuren sind ungefähr enthalten:

Namen der Säuren:	Kaprinsäure	Pelargonsäure	Kaprylsäure	Kapronsäure	Buttersäure	Essigsäure
Gewichtstheile:	36	12	32	14	0,5	3,5

2. Die Zusammensetzung des Kornfuselöls.

Da der aus Roggen dargestellte Rohbranntwein wegen des höheren Preises, den er als sogenannter Qualitätsbranntwein im ungereinigten Zustand erzielt, seltener rektifizirt wird als der Kartoffelbranntwein, ist Kornfuselöl in größerer Menge schwieriger zu erhalten. Sehr häufig wird auch nicht reiner Roggen, sondern ein Gemisch desselben mit Kartoffeln oder anderen Rohmaterialien zur Darstellung des Kornbranntweins verwandt.

Es war daher mit großem Dank anzuerkennen, daß sich Herr Dr. Lorenz in Rostock auf Wunsch des Amtes bereit erklärte, eine größere Menge aus reinem Roggen hergestellten Branntweins zu rektifiziren und das gewonnene Fuselöl dem Amte zur Verfügung zu stellen. Der Vorstand der chemischen Abtheilung des Gesundheitsamtes, Geh. Regierungsrath Professor Dr. Sell, wohnte persönlich einer Rektifikation bei und entnahm eine Probe des Fuselöls.

Ueber den Gehalt des der Rektifikation unterworfenen Rohbranntweins theilte Herr Dr. Lorenz dem Amte mit, daß aus 12532 Liter absoluten Alkohols 61 kg Fuselöl gewonnen wurden. Da das spezifische Gewicht des Fuselöls gleich 0,8331 ist, so sind 61 kg gleich 73,22 Liter; der Rohkornbranntwein enthielt somit, auf 100 Raumtheile Alkohol berechnet, 0,584 Volumprozente des im Folgenden untersuchten Fuselöls.

Dem Amte standen an reinem Kornfuselöl 65 Liter zur Verfügung; außerdem besaß man noch zwei Proben in Größe von 1 Liter und 350 ccm, welche aus zwei anderen reinen Rohkornbranntweinen dargestellt waren. Dieselben wurden den 65 Litern nicht zugefügt, weil man ihre Zusammensetzung mit derjenigen der großen Menge vergleichen wollte.

Das Kornfuselöl stellte eine wenig gelbliche, vollkommen klare und durchsichtige Flüssigkeit von gleichzeitig aromatischem und zu Husten reizendem Geruch dar; letzterer war durch den aromatischen Geruch, der mit dem charakteristischen Kornbranntweingeruch übereinstimmte, beträchtlich gemildert. Das spezifische Gewicht des Kornfuselöls war gleich 0,8331 bei 15,5° gegen Wasser von 15,5°.

Qualitative Prüfung des Fuselöls. (Die Verfahren s. S. 204.)

1. Temperaturverhältnisse bei der Destillation. Das Fuselöl begann bei 80° zu sieden; die Siedetemperatur stieg langsam und hatte fast 300° erreicht, als die letzten Antheile übergingen. Dieser Versuch lehrte bereits, daß im Kornfuselöl erhebliche Mengen über 131° siedender Bestandtheile waren; im Kartoffelfuselöl konnten derartige Stoffe durch die Destillation nicht nachgewiesen werden, da das Thermometer nicht über 131° stieg.

2. Prüfung auf Aldehyde. 1 Liter Fuselöl enthielt etwa 0,012 ccm Furfurol.

3. Prüfung auf freie Säuren. 1 Liter Fuselöl enthielt 0,9043 g in Wasser unlösliche freie Fettsäuren, welche bei 13 bis 14° schmolzen; die in Wasser gelösten freien Fettsäuren aus 1 Liter Fuselöl verbrauchten 16,8 ccm $^1/_{10}$-Normalkali zur Sättigung.

4. Prüfung auf Fettsäureester. 1 Liter Fuselöl lieferte 1,538 g in Wasser unlösliche Fettsäuren, welche als Ester in demselben enthalten waren; die in Wasser gelösten, aus Estern herrührenden Fettsäuren verbrauchten 11,9 ccm $^1/_{10}$-Normalkali zur Sättigung.

5. Prüfung auf Basen. Die Basen aus 1 Liter Kornfuselöl lieferten bei der Behandlung nach Kjeldahl 0,0041 g Ammoniak entsprechend 0,0147 g der Morin'schen Base $C_7H_{10}N_2$.

Das Kornfuselöl enthielt demnach neben den Alkoholen nur sehr geringe Mengen Furfurol und Basen, dagegen sehr erhebliche Mengen freier Fettsäuren und Fettsäureester. Furfurol und Basen wurden daher unberücksichtigt gelassen, die Fettsäuren und deren Ester dagegen gesondert abgeschieden und untersucht.

Quantitative Untersuchung des Kornfuselöls.

Die Bestimmung des Wassergehalts des Kornfuselöls geschah in der S. 205 beschriebenen Weise; aus 1 Liter Fuselöl wurden nach diesem Verfahren 84,6 ccm Wasser abgeschieden, oder das Fuselöl enthielt 8,46 Volumprozent Wasser.

Die Abscheidung der freien Säuren wurde durch Behandlung der 65 Liter Fuselöl mit Potaschelösung bewerkstelligt. Man schüttelte stets 5 Liter Fuselöl zweimal mit Potaschelösung und ein drittes Mal mit Wasser aus und vereinigte alle unteren Potasche- bezw. Wasserschichten. Durch Destillation derselben erhielt man im Destillat die mit den Säuren ausgeschüttelten Alkohole des Fuselöls; sie wurden mit den übrigen Alkoholen vereinigt. In der Potaschelösung waren nunmehr alle freien Säuren des Fuselöls als Kalisalze enthalten.

Die Abscheidung der Fettsäureester ohne chemische Veränderung derselben ist nur durch fraktionirte Destillation möglich. Zunächst kam es indeß nur darauf an, die Säuren der Ester festzustellen, da dann die Natur der Ester selbst mit größter Wahrscheinlichkeit als festgestellt betrachtet werden kann; es sind meist Aethylester nebst wenig Amylestern. Man entschloß sich daher, in einem Theil des Kornfuselöls die Säuren der Ester zu bestimmen und die hierbei gewonnenen Erfahrungen zur Abscheidung der unveränderten Ester aus dem Rest des Fuselöls zu benutzen.

Zur Abscheidung der Estersäuren wurden 40 Liter des von den freien Säuren befreiten Fuselöls mit festem Natriumhydrat versetzt und letzteres bei gewöhnlicher Temperatur in Lösung gebracht. Die Menge des zugesetzten Natriumhydrats war auf Grund des Ergebnisses der Voruntersuchung so berechnet, daß sie zur Verseifung der Ester ausreichte und noch ein kleiner Ueberschuß von Natriumhydrat vorhanden war; man behandelte das Fuselöl in 4 Theilen zu je 10 Litern. Nachdem das Natriumhydrat in Lösung gebracht worden war, wurde zur Verseifung der Ester 1 Stunde am Rückflußkühler gekocht und dann destillirt; nachdem etwa 9 Liter übergegangen waren, wurde durch Einleiten von Wasserdampf weiter destillirt, bis nur noch reines Wasser

überging. Der Destillationsrückstand war eine wässerige Lösung der Natriumsalze der Estersäuren.

Im Destillat waren alle Stoffe enthalten, welche durch Kali nicht zurückgehalten wurden, also in erster Linie die Alkohole; sie wurden vollständig getrocknet und der fraktionirten Destillation unterworfen.

Die übrig gebliebenen 25 Liter des von den freien Säuren befreiten Fuselöls wurden getrocknet und behufs Abscheidung der Fettsäureester der fraktionirten Destillation unterworfen, wobei die höchstsiedenden Antheile (über 132°) besondere Berücksichtigung fanden.

1. Untersuchung der freien Fettsäuren des Kornfuselöls.

Die Potaschelösung, welche die freien Fettsäuren des Fuselöls enthielt, wurde in einem Kolben vorsichtig mit Schwefelsäure angesäuert; die Fettsäuren schieden sich als schwach gelbes Oel ab. Sie wurden durch einen Scheidetrichter von der wässerigen Flüssigkeit getrennt, letztere mit wenig Aether ausgeschüttelt und die nach dem Abdunsten des Aethers gewonnene kleine Menge von Fettsäuren mit den übrigen vereinigt. Nach dem Trocknen über Schwefelsäure im Exsiccator wogen die freien Fettsäuren aus 65 Liter Kornfuselöl 61,235 g. Sie stellten bei 20° ein gelbliches Oel dar, das bei 15° bis 16° zu einer schwach gelbgefärbten Krystallmasse erstarrte.

Die Trennung der Fettsäuren versuchte man zuerst durch fraktionirte Destillation im Wasserdampf. Man wog zu dem Zwecke 20 g Fettsäuren in einen Kolben, fügte Wasser zu und destillirte durch Einleiten von Wasserdampf. Die Fettsäuren gingen ziemlich langsam mit den Wasserdämpfen über und schwammen in der Vorlage als Oeltropfen, welche beim Abkühlen erstarrten. Man destillirte im Ganzen 15 Liter Wasser über und fing stets 1 Liter gesondert auf; man trug ferner dafür Sorge, daß das Destillat bis in den Hals der Vorlage reichte. Nachdem 15 Liter Destillat gewonnen waren, gingen nur noch sehr kleine Mengen Fettsäuren über.

Die Destillate wurden in Winterkälte aufgestellt, wodurch die oben schwimmenden Fettsäuren erstarrten; da sie im Hals der Vorlage standen, bildeten sie einen festen, runden, ziemlich dicken Kuchen von gelblicher Farbe. Bei den drei ersten Destillaten war das unter den festen Fettsäuren stehende Wasser klar; bei den übrigen Theildestillaten krystallisirte dagegen ein Theil der im Wasser gelösten Fettsäuren in Gestalt blendend weißer, federartiger, im Wasser schwebender Flocken aus.

Die Untersuchung der Destillate gestaltete sich folgendermaßen:

1. Der feste, im Hals der Kolben sitzende Fettkuchen wurde mit Hilfe eines Hakens von Platindraht herausgenommen, mit Wasser abgewaschen, getrocknet und gewogen, dann in Alkohol gelöst und mit Barytwasser genau neutralisirt. Der Alkohol wurde verdampft, der Niederschlag abfiltrirt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und das Filtrat eingedampft. Sowohl in den unlöslichen wie in den gelösten Barymsalzen wurde der Barymgehalt und der Schmelzpunkt der Fettsäure bestimmt.

2. Der übrige Inhalt der Kolben wurde filtrirt. Auf dem Filter blieben die federartig krystallisirten Fettsäuren zurück, im Filtrat fanden sich die wasserlöslichen Fettsäuren. Erstere wurden ausgewaschen, in absolutem Alkohol gelöst, mit Barym-

hydrat neutralisirt und die Baryumsalze durch Auswaschen mit Wasser in lösliche und unlösliche zerlegt; beide wurden wie die vorhergehenden untersucht.

3. Die wasserlöslichen Fettsäuren wurden mit Baryumhydrat neutralisirt, die Baryumsalze eingedampft und wie vorher untersucht.

Die umfangreiche Untersuchung, deren Ergebniß im Einzelnen hier nicht mitgetheilt werden soll, lehrte, daß eine quantitative Trennung der Fettsäuren auf diesem Wege nicht gelingt. Die Destillate mit Ausnahme der letzten waren qualitativ fast gleich zusammengesetzt und nur die Mischungsverhältnisse der einzelnen Säuren schwankten. Durch Zuhilfenahme zweier weiterer physikalischer Trennungsverfahren, der verschiedenen Löslichkeit der freien Fettsäuren und ihrer Baryumsalze in kaltem Wasser, wurden zwar wiederholt reine Säuren, besonders Kaprinsäure, erhalten, die meisten Baryumsalze stellten aber Gemische dar. Die letzten Destillate enthielten dagegen fast nur Kaprinsäure.

Wenn auch das Ergebniß dieser Untersuchung, welche 170 Baryum- und 85 Schmelzpunktsbestimmungen erforderlich gemacht hatte, bezüglich der Trennung der Fettsäuren kein befriedigendes Ergebniß gehabt hatte, so erhielt man durch dieselbe doch einen sehr erwünschten Einblick in die Art der Fettsäuren, welche das Gemisch bildeten.

Nunmehr schritt man zur fraktionirten Fällung der Fettsäuren mit heißem konzentrirtem Barytwasser. Man verfuhr dabei genau nach dem auf S. 212 beschriebenen Verfahren. Es wurden 10 fraktionirte Fällungen vorgenommen; nach der fünften wurde die abfiltrirte alkoholische Fettsäurelösung mit Kali neutralisirt, der Alkohol verdampft, die Säuren durch Schwefelsäure wieder frei gemacht, abgehoben, von neuem in absolutem Alkohol gelöst und weiter fraktionirt gefällt. Es geschah dies deshalb, weil die alkoholische Fettsäurelösung sich durch die Barytwasserzusätze zu stark mit Wasser angereichert hatte und ein Ausfallen freier Säuren befürchtet wurde. Durch sehr langsames Abkühlen konnte man die Krystallisation sehr erheblich begünstigen. Alle Fällungen wurden auf gewogenen Filtern gesammelt und gewogen. Folgendes ist das Ergebniß der Untersuchung der Fällungen:

Nummer der Fällung	1	2	3	4	5
Prozente Baryum	28,61	28,65	28,68	28,70	28,98
Schmelzpunkt der freigemachten Säure	29,8°	29,9°	30°	30°	25,2°

Nummer der Fällung	6	7	8	9	10	Mutterlauge
Prozente Baryum	30,50	32,03	32,45	32,42	34,83	37,23
Schmelzpunkt der freigemachten Säure	12,2°	14,7°	16,3°	16,3°	in Eiswasser flüssig.	

Die Untersuchung der Fällungen giebt ein überraschend klares Bild der quantitativen Zusammensetzung des Säuregemischs. Die ersten vier Fällungen sind reines kaprinsaures Baryum; Fällung 1 ist durch mit niedergerissenen Farbstoff etwas gelb gefärbt. Da Fällung 6 reines pelargonsaures Baryum ist, kann Fällung 5 nur ein Gemisch von kaprinsaurem und pelargonsaurem Baryum sein, und zwar enthält sie, wie man aus dem Baryumgehalt berechnet, 84 Prozent Kaprinsäure und 16 Prozent Pelargon-

säure. Obwohl eine Trennung dieser beiden Säuren garnicht mehr nöthig war, führte man sie, da dies die erste fraktionirte Fällung war, welche der Verfasser anstellte, doch aus. Man machte aus dem Barymnsalz, von dem mehr als 5 g zur Verfügung standen, die Fettsäuren frei, löste sie in Alkohol, neutralisirte sie zu $^6/_7$ mit der heißen Barytlauge, kühlte mit Eiswasser und filtrirte. Das Filtrat hinterließ nach dem Eindampfen 0,61 g eines Baryumsalzes, das 30,39 Prozent Baryum enthielt und dessen Säure bei 12,0° schmolz: es war pelargonsaures Baryum.

Fällung 7 ist ein Gemisch von pelargonsaurem und kaprylsaurem Baryum, da die vorhergehende Fällung reines pelargonsaures und die folgende Fällung 8 reines kaprylsaures Baryum ist; sie enthält 20 Prozent Pelargonsäure und 80 Prozent Kaprylsäure. Auch hier wurde eine erneute fraktionirte Fällung vorgenommen und reines pelargonsaures Baryum abgeschieden. Fällung 8 und 9 sind reines kaprylsaures Baryum.

Die einzige Fällung, über deren Zusammensetzung ein Zweifel herrschen kann, ist Fällung 10. Ihr Baryumgehalt stimmt ziemlich scharf auf önanthsaures Baryum (gefunden 34,83, berechnet 34,71 Prozent Baryum); Fällung 10 kann aber auch ebenso gut ein Gemisch äquivalenter Mengen von kaprylsaurem und kapronsaurem Baryum sein. Da hier weder aus der vorhergehenden Fällung und der Zusammensetzung der Mutterlauge noch aus dem Schmelzpunkt ein sicherer Schluß auf die Natur der Fällung gezogen werden konnte, mußte eine weitere fraktionirte Fällung dieser Fällung vorgenommen werden. Dieselbe gab in vollkommen sicherer Weise Auskunft über die Natur der Säure. Man machte die Säure mit Schwefelsäure frei, löste sie in Alkohol und neutralisirte zur Hälfte mit dem heißen Barytwasser. Das ausfallende Salz war reines kaprylsaures Baryum (gefunden 32,48, berechnet 32,42 Prozent Baryum), das in Lösung verbliebene nahezu reines kapronsaures Baryum (gefunden 37,19, berechnet 37,40 Prozent Baryum). Wenn demnach überhaupt Oenanthsäure vorhanden war, kann dies nur in sehr geringen Mengen der Fall gewesen sein; nimmt man an, daß das letzte Salz ein Gemisch von önanthsaurem und kapronsaurem Baryum ist, so enthält dasselbe 8 Prozent des önanthsauren Salzes. Wahrscheinlicher ist es, daß das gelöste Salz noch etwas kaprylsaures Baryum enthielt.

Die Mutterlauge enthielt nur kapronsaures Baryum; da letzteres durch bloßes Eindampfen gewonnen worden war, enthielt es alle harzigen, gelben Verunreinigungen der Fettsäuren. Durch Auswaschen mit kaltem Alkohol konnte es gereinigt werden und gab dann noch besser stimmende Analysenergebnisse.

Die bei der Abscheidung der Fettsäuren aus der Potaschelösung in der wässerigen Lösung gebliebenen Säuren wurden abdestillirt; es zeigte sich, daß sie noch eine höhere Säure enthielten. Man neutralisirte mit Kali, engte stark ein und machte die Fettsäuren durch Schwefelsäure frei. Es schied sich eine farblose, ölige Säure ab, welche sich als Kapronsäure erwies. Die in Lösung verbliebenen Säuren wurden nochmals destillirt und mit Barytwasser neutralisirt. Beim Eindampfen und nachherigen Erkalten schied sich noch kapronsaures Baryum ab, ebenso bei einer zweiten fraktionirten Krystallisation. Dann wurden die Baryumsalze abgedampft, getrocknet, gepulvert und viermal mit unzureichenden Mengen absoluten Alkohols ausgezogen. Im ersten Auszug war viel Kapronsäure, wenig Buttersäure und sehr wenig Essigsäure, im zweiten

Buttersäure mit wenig Essigsäure, im dritten etwa gleiche Theile Buttersäure und Essigsäure; der vierte Auszug und der ungelöste Rückstand, welcher 3/4 der ganzen Salzmischung betrug, waren reines essigsaures Baryum. Propionsäure und Baldriansäure konnten auch hier nicht nachgewiesen werden.

2. Untersuchung der Estersäuren des Kornfuselöls.

Aus den Natronsalzen der Estersäuren aus 40 Liter Kornfuselöl wurden die Säuren frei gemacht, gereinigt, in absolutem Alkohol gelöst und fraktionirt gefällt. Ueber das Verfahren vergl. S. 212; die unlöslich abgeschiedenen, gereinigten Säuren wogen 61,47 g, waren schwach gelb gefärbt und schmolzen bei 14 bis 15°. Auch hier wurden zehn Fällungen gemacht; nach der dritten und nach der sechsten Fällung wurden die gelösten Säuren neutralisirt, nach dem Verdampfen des Alkohols wieder abgeschieden und von Neuem in absolutem Alkohol gelöst. Die Fällungen hatten folgende Zusammensetzung:

Nummer der Fällung	1	2	3	4	5
Prozente Baryum	28,58	28,63	28,70	28,67	29,34
Schmelzpunkt d. freigemacht. Säure	28,6°	29,8°	30°	30°	21,7°

Nummer der Fällung	6	7	8	9	10	Mutterlauge
Prozente Baryum	30,44	32,17	32,39	32,44	33,64	37,17
Schmelzpunkt d. freigemacht. Säure	12,3°	15,2°	16,3°	16,4°	in Eiswasser flüssig	

Die Fällungen 1, 2, 3 und 4 sind kaprinsaures Baryum (die erste ist gelb gefärbt), 6 ist pelargonsaures Baryum, 8 und 9 sind kaprylsaures Baryum. Fällung 5 ist ein Gemisch von 63 Prozent kaprinsaurem und 37 Prozent pelargonsaurem Baryum, Fällung 7 ein Gemisch von 13 Prozent pelargonsaurem und 87 Prozent kaprylsaurem Baryum; beide Gemische wurden nicht weitergetrennt. Die eingedampfte Mutterlauge enthielt verunreinigtes, gelb gefärbtes kapronsaures Baryum, welches durch Behandeln mit kaltem Alkohol gereinigt wurde.

Fällung 10 enthielt neben Kaprylsäure entweder Oenanthsäure oder Kapronsäure oder diese beiden Säuren zusammen. Wenn die Mischung nur aus kaprylsaurem und kapronsaurem Baryum bestand, war sie zu 1/4 kaprylsaures und zu 3/4 kapronsaures Baryum. Man machte die Säuren frei, sättigte sie zu 1/3 mit der heißen Barytlösung, kühlte in Eiswasser ab und filtrirte den Niederschlag ab. Das Filtrat enthielt nahezu reines kapronsaures Baryum (gefunden 37,24, berechnet 37,40 Prozent Baryum) und der Niederschlag war fast nur kaprylsaures Baryum (gefunden 32,60, berechnet 32,42 Prozent Baryum). Auch in den Estersäuren wurde somit keine Oenanthsäure gefunden.

Die in Wasser gelösten Estersäuren bestanden zum großen Theil aus Kapronsäure, welche theils im freien Zustand, theils als Baryumsalz abgeschieden wurde; daneben war mehr Buttersäure als Essigsäure vorhanden. Die Menge der in Wasser gelösten Estersäuren war erheblich geringer als die der in Wasser gelösten freien Säuren, weil letztere viel mehr Essigsäure enthielten.

3. Untersuchung des alkoholischen, von Säuren und Estern befreiten Destillats.

Das aus 40 Liter Kornfuselöl gewonnene, durch Behandeln mit Kali von Säuren und Estern befreite Destillat wurde entwässert und in 4 Theilen zu 10 Liter der fraktionirten Destillation unterworfen. Im Gegensatz zu dem Kartoffelfuselöl stieg der Siedepunkt weit über 132°. Es gelang leicht, alles bis 132° Uebergehende von dem höher Siedenden zu trennen, da der Siedepunkt, der zwischen 130 und 132° stundenlang konstant blieb, oberhalb 132° sehr rasch stieg.

a) Untersuchung des bis 132° übergehenden Antheils.

Derselbe bestand aus Aethylalkohol, Normalpropylalkohol, Isobutylalkohol und Gährungsamylalkohol; andere Alkohole wurden nicht gefunden und können nur in sehr geringer Menge vorhanden gewesen sein, da die Zwischenprodukte der Destillation durch sehr oft wiederholte Ausführung der letzteren verhältnißmäßig sehr geringfügig waren. Die genannten Alkohole wurden in großen Mengen und im Zustande vollkommener Reinheit erhalten.

1. Normalpropylalkohol $C_3H_8O = 59,87$. Siedepunkt 97,6° bei 762,3 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt). Spezifisches Gewicht bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° gleich 0,8077. Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) d = 30,7 (theoretisch = 29,935). Elementaranalyse:

0,2681 g Stoff gaben 0,5903 g Kohlensäure und 0,3188 g Wasser;
0,2952 g Stoff gaben 0,6481 g Kohlensäure und 0,3536 g Wasser.

	gefunden I.	gefunden II.	berechnet für C_3H_8O
Prozente Kohlenstoff:	60,07	59,87	59,98
Prozente Wasserstoff:	13,25	13,34	13,36.

Analyse des Baryumsalzes der durch Oxydation des Propylalkohols entstandenen Säure:

0,2635 g Baryumsalz gaben 0,2172 g Baryumsulfat;
0,1928 g Baryumsalz gaben 0,1587 g Baryumsulfat.

	gefunden I.	gefunden II.	berechnet für $(C_3H_5O_2)_2Ba$
Prozente Baryum:	48,48	48,42	48,44.

2. Isobutylalkohol $C_4H_{10}O = 73,74$. Siedepunkt 107,3° bei 761,9 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt). Spezifisches Gewicht bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° gleich 0,8043. Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) d = 37,3 (theoretisch = 36,87). Elementaranalyse:

0,2345 g Stoff gaben 0,5452 g Kohlensäure und 0,2771 g Wasser;
0,1394 g Stoff gaben 0,3323 g Kohlensäure und 0,1703 g Wasser.

	gefunden I.	gefunden II.	berechnet für $C_4H_{10}O$
Prozente Kohlenstoff:	64,88	65,01	64,84
Prozente Wasserstoff:	13,43	13,60	13,54.

Die Oxydation des aus dem Kornfuselöl dargestellten Isobutylalkohols wurde in einem größeren Maßstabe ausgeführt. Man erhielt neben einer größeren Menge öliger, in Wasser unlöslicher Stoffe ein Säuregemisch, das neben Isobuttersäure auch Essigsäure enthielt; das Barymsalz der ersteren wurde durch Behandeln mit absolutem Alkohol aus dem Barymsalzgemisch in großer Menge rein gewonnen.

0,8819 g Barymsalz gaben 0,6602 Barymsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_4H_7O_2)_2Ba$
Prozente Barym:	44,03	44,08.

Zur näheren Kennzeichnung der entstandenen Buttersäure stellte man den Aethylester derselben dar; normalbuttersaures Aethyl siedet bei 120°, isobuttersaures bei 110°. Man versetzte das Barymsalz mit verdünnter Schwefelsäure, filtrirte das entstandene Barymsulfat ab, löste die freigemachte Säure in Alkohol, leitete gasförmige Salzsäure ein und verfuhr dann in der früher beschriebenen Weise. Der sehr angenehm fruchtartig riechende Aethylester siedete bei 110 bis 110,5° bei 759,1 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt), es lag also die erwartete Isobuttersäure vor. Die Elementaranalyse ergab folgendes:

0,1847 g Stoff gaben 0,3078 g Kohlensäure und 0,1242 g Wasser;
0,2173 g Stoff gaben 0,4952 g Kohlensäure und 0,2020 g Wasser.

	gefunden I	gefunden II	berechnet für $C_6H_{12}O_6$
Prozente Kohlenstoff:	62,32	62,15	62,05
Prozente Wasserstoff:	10,27	10,35	10,37.

Das ölige Nebenprodukt der Oxydation des Isobutylalkohols bestand zum größten Theil aus Isobuttersäureisobutylester, der durch fraktionirte Destillation leicht rein erhalten werden konnte; er siedete bei 147 bis 148° bei 760,8 mm Barometerstand (auf 0° reduzirt).

0,1850 g Ester gaben 0,4536 g Kohlensäure und 0,1841 g Wasser;
0,1376 g Ester gaben 0,3357 g Kohlensäure und 0,1364 g Wasser.

	gefunden I	gefunden II	berechnet für $C_8H_{16}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	66,87	66,53	66,65
Prozente Wasserstoff:	11,08	11,04	11,14.

3. Amylalkohol $C_5H_{12}O = 87{,}71$. Die physikalischen Eigenschaften des aus dem Kornfuselöl gewonnenen Amylalkohols waren denjenigen des Amylalkohols aus Kartoffelfuselöl ganz gleich (s. S. 210). Der Siedepunkt war nicht konstant; das spezifische Gewicht bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° war gleich 0,8097; das Gasvolumgewicht (im Anilindampf bestimmt) war d = 44,9 (theoretisch = 43,855); das spezifische Drehungsvermögen war $[\alpha]^{20}_{D} = -1{,}393°$.

Die Elementaranalyse hatte folgendes Ergebniß:

0,1938 g Alkohol gaben 0,4840 g Kohlensäure und 0,2374 g Wasser;
0,1947 g Alkohol gaben 0,4865 g Kohlensäure und 0,2392 g Wasser.

	gefunden I	gefunden II	berechnet für $C_5H_{12}O$
Prozente Kohlenstoff:	68,11	68,14	68,16
Prozente Wasserstoff:	13,64	13,68	13,67.

Bei der Oxydation des Amylalkohols entstand neben Baldriansäure viel Essigsäure: man trennte die Baryumsalze durch Behandeln mit absolutem Alkohol und erhielt sowohl baldriansaures als essigsaures Baryum rein.

0,2741 g baldriansaures Baryum gaben 0,1877 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_5 H_9 O_2)_2 Ba$
Prozente Baryum:	40,28	40,44.

0,1838 g essigsaures Baryum gaben 0,1681 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_2 H_3 O_2)_2 Ba$
Prozente Baryum:	53,79	53,76.

b) Untersuchung des über 132° siedenden Theils.

Der über 132° siedende Theil des esterfreien Kornfuselöls hatte einen durchdringenden, in verdünntem Zustande sehr angenehmen Geruch, der lebhaft an das Aroma des Kornbranntweins erinnerte. Da über die Natur der in diesem Theil des Destillats enthaltenen Stoffe im Voraus kaum eine Vermuthung ausgesprochen werden konnte, unterwarf man die Flüssigkeit der fraktionirten Destillation aus einem Glaskölbchen; als Destillationsaufsatz diente ein Rohr mit zwei Kugeln und zwei Näpfchen aus Platindrahtnetz. Da die Flüssigkeit nicht farblos überging, wurde in einem Kohlensäurestrom destillirt. Man fing die übergehende Flüssigkeit in 6 Theilen auf und unterwarf dieselben der Elementaranalyse, da kein anderer Weg gefunden werden konnte, um die Wirkung der fraktionirten Destillation zu verfolgen. Die sechs Theildestillate hatten folgende Zusammensetzung:

Nummer der Theildestillate:	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Prozente Kohlenstoff:	68,28	68,54	70,42	70,71	84,59	78,24
Prozente Wasserstoff:	13,66	13,66	13,68	13,61	12,32	11,65
Prozente Sauerstoff:	18,06	17,80	15,80	15,68	3,09	10,11.

Aus diesen Ergebnissen ist Folgendes zu schließen: Das Destillat 1 war fast reiner Amylalkohol, ebenso Destillat 2 zum größten Theil. Der Geruch dieser Theile war aber keineswegs derjenige des Amylalkohols, sondern ein höchst aromatischer und angenehmer; erst kurze Zeit nach dem Riechen trat die hustenreizende Wirkung des Amylalkohols hervor. Bei den anderen Destillaten war die Schwankung des Sauerstoffgehalts besonders auffällig. Destillat 5 enthielt nur 3,09 pCt. Sauerstoff. Die Annahme, dieser Sauerstoffgehalt gehöre einem einheitlichen Stoffe an, würde zu einer Formel mit nahezu 40 Kohlenstoffatomen führen. Es hatte daher mehr Wahrscheinlichkeit für sich, einen sauerstofffreien Stoff, einen Kohlenwasserstoff zu vermuthen. Außerdem mußten noch niedriger siedende und höher siedende Stoffe mit verschiedenem Sauerstoffgehalt und sehr stark verschiedenem Kohlenstoffgehalt vorhanden sein.

Durch wiederholte fraktionirte Destillation im Kohlensäurestrom der wieder vereinigten Destillate 3 bis 6 gelang es, drei einheitliche Körper aus den höchstsiedenden Antheilen des ester- und säurefreien Kornfuselöls abzuscheiden: Hexylalkohol $C_6 H_{14} O$, ein Terpen $C_{10} H_{16}$ und einen dem Borneokampher isomeren Stoff $C_{10} H_{18} O$.

1. Hexylalkohol $C_6 H_{14} O = 101,78$. Der Hexylalkohol stellte eine farblose Flüssigkeit vom Siedepunkt 156° bis 157° bei 754,8 mm Barometerstand (auf 0°

reduzirt) dar. Geruchsrein konnte er nicht erhalten werden, da geringe Mengen des stark riechenden Terpens den eigenen Geruch des Hexylalkohols verdeckten; die zum Husten reizende Wirkung des Amylalkohols scheint ihm nicht zuzukommen. Das spezifische Gewicht des Hexylalkohols war 0,8230 bei 15,5° gegen Wasser von 15,5°, sein Gasvolumgewicht (im Dampf des siedenden Xylidins [226°] bestimmt) d = 52,7 (theoretisch gleich 50,89).

Die Elementaranalyse hatte folgendes Ergebniß:

0,1964 g	Stoff	gaben	0,5080 g	Kohlensäure	und	0,2440 g Wasser;
0,1432 g	„	„	0,3700 g	„	„	0,1760 g „
0,2127 g	„	„	0,5517 g	„	„	0,2620 g „
0,2056 g	„	„	0,5312 g	„	„	0,2583 g „

	gefunden				berechnet für
	I	II	III	IV	$C_6 H_{14} O$
Prozente Kohlenstoff:	70,51	70,47	70,74	70,46	70,565
Prozente Wasserstoff:	13,93	13,69	13,72	13,72	13,76.

Die bei der Oxydation des Hexylalkohols mit Chromsäuremischung erhaltene Säure wurde abdestillirt, mit Barytwasser gesättigt, das Baryumsalz eingedampft und aus Wasser umkrystallisirt:

0,1162 g	Baryumsalz	gaben	0,0740 g	Barymsulfat;
0,1374 g	„	„	0,0875 g	„
0,1703 g	„	„	0,1081 g	„
0,1731 g	„	„	0,1101 g	„

	gefunden				berechnet für
	I	II	III	IV	$(C_6 H_{11} O_2)_2 Ba$
Prozente Baryum:	37,46	37,46	37,34	37,41	37,40.

2. Terpen $C_{10} H_{16}$ = 135,7. Das Terpen stellt eine farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit von außerordentlich starkem, anhaltendem, lange an den Fingern haftendem Geruch dar; in sehr verdünntem Zustande ist der Geruch sehr angenehm. Der Siedepunkt des Terpens liegt bei 167° bis 170°; sein Gasvolumgewicht (im Xylidindampf bestimmt) ist d = 70,3 (theoretisch = 67,85). Das spezifische Gewicht des Terpens wurde mit Hülfe eines kleinen Pyknometers bestimmt; es ergab sich zu 0,8192 bei 15,5° gegen Wasser von 15,5°. Den Berechnungsexponenten ermittelte man mit Hülfe des Abbe'schen Refraktometers; derselbe wurde zu 1,475 gefunden.

Die Elementaranalyse hatte folgendes Ergebniß:

0,1194 g	Stoff	gaben	0,3851 g	Kohlensäure	und	0,1256 g Wasser;
0,1310 g	„	„	0,4207 g	„	„	0,1381 g „
0,1347 g	„	„	0,4340 g	„	„	0,1420 g „

	gefunden			berechnet für
	I	II	III	$C_{10} H_{16}$
Prozente Kohlenstoff:	87,97	87,73	88,03	88,21
Prozente Wasserstoff:	11,71	11,74	11,74	11,79.

Versuche, das Terpen des Kornbranntweins mit einem der von O. Wallach[1]) in seinen grundlegenden Arbeiten gekennzeichneten Terpene zu indentifiziren, mißlangen, da sowohl das Salzsäure- als auch das Bromadditionsprodukt flüssig waren. Das Terpen des Kornbranntweins scheint dem Phellandren nahe zu stehen, sofern es überhaupt ein einheitlicher Körper ist.

3. Terpenhydrat. $C_{10}H_{18}O = 153{,}66$. Eine fast farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit von sehr starkem, lang anhaltendem, im verdünnten Zustand sehr angenehmem Geruch. Sein Siedepunkt liegt bei 206° bis 210° bei 758,4 mm Barometerstand; das spezifische Gewicht wurde pyknometrisch zu 0,9302 bei 15,5° gegen Wasser von 15,5° bestimmt. Der Brechungsexponent wurde mit dem Abbe'schen Refraktometer zu 1,482 ermittelt.

Die Elementaranalyse hatte folgendes Ergebniß:

0,1564 g Stoff gaben 0,4464 g Kohlensäure und 0,1632 g Wasser;
0,2118 g „ „ 0,6055 g „ „ 0,2196 g „
0,2787 g „ „ 0,7971 g „ „ 0,2901 g „

	gefunden I	gefunden II	gefunden III	berechnet für $C_{10}H_{18}O$
Prozente Kohlenstoff:	77,84	77,96	78,00	77,90
Prozente Wasserstoff:	11,62	11,55	11,59	11,71.

Das Terpen $C_{10}H_{16}$ und das Terpenhydrat $C_{10}H_{18}O$ sind bei der Bildung des Kornbranntweinaromas stark betheiligt. Sie sind in hohem Grade geeignet, den zum Husten reizenden Geruch des Amylalkohols zu mildern oder ganz zu verdecken; Beimengungen, die so gering sind, daß sie durch die Elementaranalyse nicht mehr angezeigt werden, heben den Geruch des Amylalkohols schon fast ganz auf. Selbst in außerordentlich großer Verdünnung ist der Geruch dieser Stoffe noch sehr stark; während der Geruch der Fettsäureester, auch der höheren, beim Aufgießen auf die Hand ziemlich bald verschwindet, haftet der Geruch dieser Stoffe sehr lange an den Fingern.

Der Nachweis eines Terpens und eines Terpenhydrats unter den hochsiedenden Bestandtheilen der Branntweine ist nicht neu. J. Jeanjean (S. 196) fand beide im Krappfuselöl, A. Perrot (S. 196) ein Terpenhydrat in demselben Fuselöl, ohne freilich seine Natur zu erkennen; Ch. Ordonneau (S. 184) isolirte aus dem Cognak ein Terpen. Auch die wenigen Tröpfchen eines nach Citronenöl riechenden Oeles, welche, wie H. Schwarz berichtet (S. 180), bei der Sättigung der Fettsäure des Weinfuselöls mit Kali ungelöst zurückblieben, möchte der Verfasser als Terpen oder Terpenhydrat ansprechen.

Nicht ohne Interesse ist es, daß das Terpenhydrat des Kornfuselöls, allerdings in unreinem Zustande, bereits bei den ersten Untersuchungen des Kornfuselöls erhalten worden ist: das Kornöl oder Oleum siticum von G. J. Mulder (S. 171), das auch H. Kolbe (S. 172) im Kornfuselöl fand, ist nichts anderes als ein unreines Terpenhydrat $C_{10}H_{18}O$. Mulder gab dem „Kornöl" zuerst die Formel $C_{21}H_{35}O_2$,

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1884. **225**. 291 und 314; 1885. **227**. 277; 1885. **230**. 225; 1887. **238**. 78; 1887. **239**. 1; 1887. **241**. 315; 1888. **245**. 191 und 241; 1888. **246**. 221 und 265; 1889. **252**. 94, 106, 136 und 141; 1889. **253**. 249; Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1891. **24**. 1525.

welche der verdoppelten Formel des Terpenhydrats $C_{20}H_{36}O_2$ nahe kommt; später nahm Mulder für das „Kornöl“ die Formel $C_{12}H_{17}O$ in Anspruch, welche von derjenigen des Terpenhydrats $C_{10}H_{18}O$ nicht allzuviel abweicht. Der den drei Formeln entsprechende Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt ist folgender:

Formel	Prozente Kohlenstoff	Prozente Wasserstoff
$C_{10}H_{18}O$	77,9	11,7
$C_{21}H_{35}O_2$	79,3	11,0
$C_{12}H_{17}O$	81,3	9,6

Das Mulder'sche Kornöl ist demnach im Wesentlichen das Terpenhydrat $C_{10}H_{18}O$, welches noch eine beträchtliche Menge des Terpens $C_{10}H_{16}$ und vielleicht auch noch andere Stoffe enthielt; daß dasselbe Terpen enthielt, ist aus dem hohen Kohlenstoffgehalt mit Sicherheit zu schließen.

Da früher[1]) festgestellt worden ist, daß die ätherischen Oele auf die Röse'sche Methode der Fuselölbestimmung (Ausschütteln des 30volumprozentigen Branntweins mit Chloroform und Beobachtung der Volumvermehrung des letzteren) in der Weise einwirken, daß sie eine Volumverminderung des Chloroforms hervorrufen und daher eine gewisse Menge des Fuselöls der Bestimmung entziehen, prüfte man den Einfluß sowohl des Terpens wie des Terpenhydrats auf die Fuselölbestimmung. Man löste diese Stoffe zu dem Zwecke in der Menge in 96,5prozentigem Feinsprit, daß der Weingeist nach der Verdünnung auf 30 Volumprozent 0,02 Volumprozent dieser Stoffe enthielt. Beim Verdünnen der alkoholischen Lösung auf 30 Volumprozent trat bei beiden Stoffen nur eine mäßige Trübung ein. Als man diese Lösung dem Röse'schen Verfahren unterwarf, konnte man eine Veränderung des Chloroformvolums im Vergleich zu reinem Aethylalkohol nicht beobachten. Bei den sehr kleinen Mengen, in welchen sich die Stoffe im natürlichen Kornbranntwein finden, war irgend ein Einfluß auf die Fuselölbestimmung von vornherein ausgeschlossen.

Neben diesen Stoffen, welche man in reinem Zustande aus dem höchstsiedenden Antheil des ester- und säurefreien Kornfuselöls abscheiden konnte, wurde noch die Anwesenheit geringer Mengen Heptylalkohol oder Oenanthalkohol nachgewiesen. Um das Terpen und das Terpenhydrat von den alkoholischen Beimischungen zu befreien, versuchte man letztere durch Oxydation mit verdünnter Chromsäuremischung zu entfernen. Als man den zwischen 170° und 190° siedenden Antheil oxydirte, erhielt man eine ölige Säure, welche man mit Barymhydrat sättigte; das Barymsalz wurde aus heißem Wasser umkrystallisirt und das sich zuerst absetzende Salz, welches 0,47 g wog, analysirt.

0,0810 g Barymsalz gaben 0,0480 Barymsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_7H_{13}O_2)_2Ba$
Prozente Barym:	34,39	34,71.

Der Barymgehalt stimmt somit auf önanthsaures Barym. Zur weiteren Bestätigung dieses Ergebnisses wurde das Salz nochmals aus heißem Wasser umkrystallisirt und das zuerst Auskrystallisirende im Gewicht von 0,22 g analysirt.

---

[1]) Eugen Sell, Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1888. 4 143, 175, 194 und 201.

0,0643 g Baryumsalz gaben 0,0378 g Baryumsulfat.

	gefunden	berechnet für $(C_7H_{13}O_2)_2Ba$
Prozente Baryum:	34,58	34,71.

Die Anwesenheit des Heptylalkohols im Kornfuselöl war damit dargethan; eine Abscheidung desselben lag indeß außerhalb der Grenze des Erreichbaren.

4. Untersuchung der Fettsäureester des Kornfuselöls.

Die noch übrigen 25 Liter des von den freien Säuren befreiten Kornfuselöls wurden entwässert und fraktionirt destillirt. Das unterhalb 132° Uebergehende enthielt die Alkohole und blieb hier unberücksichtigt; das über 132° Siedende wurde weiter der fraktionirten Destillation unterworfen. Es gelang auf keine Weise die höher siedenden Ester farblos zu erhalten; man destillirte im Kohlensäurestrom, im Wasserstoffstrom und im Vakuum, aber stets blieben die hochsiedenden Ester gelb gefärbt. Man fraktionirte daher im Kohlensäurestrom und analysirte die erhaltenen Produkte ohne Rücksicht auf die Färbung; da man durch die Untersuchung der Estersäuren die Natur der Ester hinlänglich kannte, wurde die Trennung der einzelnen Stoffe durch Destillation erheblich erleichtert. Eine vollständige Trennung der Ester war nicht beabsichtigt; man begnügte sich damit, die wichtigsten in analysenreinem Zustande zu erhalten.

1. **Kapronsaures Aethyl** $C_6H_{11}O_2-C_2H_5 = 143{,}68$. Siedepunkt 166° bis 168°.

0,1613 g Stoff gaben 0,3942 g Kohlensäure und 0,1602 g Wasser.

	gefunden	berechnet für $C_8H_{16}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	66,70	66,65
Prozente Wasserstoff:	11,06	11,14.

2. **Kaprylsaures Aethyl** $C_8H_{15}O_2-C_2H_5 = 171{,}62$. Siedepunkt 206° bis 208°.

0,2010 Stoff gaben 0,5154 g Kohlensäure und 0,2095 g Wasser.

	gefunden	berechnet für $C_{10}H_{20}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	69,93	69,75
Prozente Wasserstoff:	11,61	11,65.

3. **Pelargonsaures Aethyl** $C_8H_{17}O_2-C_2H_5 = 185{,}59$. Siedepunkt 228° bis 230°.

0,2292 g Stoff gaben 0,5987 g Kohlensäure und 0,2411 g Wasser.

	gefunden	berechnet für $C_{11}H_{22}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	71,42	70,95
Prozente Wasserstoff:	11,71	11,85.

Der Ester enthielt kaprinsaures Aethyl.

4. **Kaprinsaures Aethyl** $C_{10}H_{19}O_2-C_2H_5 = 199{,}56$. Siedepunkt 244° bis 245°.

0,1417 g Stoff gaben 0,3750 g Kohlensäure und 0,1519 g Wasser.

	gefunden	berechnet für $C_{12}H_{24}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	72,17	71,98
Prozente Wasserstoff:	11,91	12,03.

5. **Kaprinsaures Amyl** $C_{10}H_{19}O_2-C_5H_{11} = 246{,}47$. Siedepunkt 286° bis 290°; es ist der höchstsiedende Antheil des Kornfuselöls.

0,1396 g Stoff gaben 0,3820 g Kohlensäure und 0,1546 g Wasser.

	gefunden	berechnet für $C_{15}H_{30}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	74,63	74,36
Prozente Wasserstoff:	12,33	12,42.

In vollkommen reinem und farblosem Zustand erhielt man die Ester des Kornfuselöls auf synthetischem Weg aus den Fettsäuren, welche man aus dem Fuselöl abgeschieden hatte. Der Kaprinsäure-Aethylester wurde in größerer Menge durch Einleiten von gasförmiger Salzsäure in eine alkoholische Lösung von Kaprinsäure dargestellt. Der Ester siedete bei 244,6 ° unter 758,3 mm Barometerstand (auf 0 ° reduzirt).

0,1328 g Stoff gaben 0,3512 g Kohlensäure und 0,1426 g Wasser;
0,1733 g Stoff gaben 0,4580 g Kohlensäure und 0,1866 g Wasser.

	gefunden I.	gefunden II	berechnet für $C_{12}H_{24}O_2$
Prozente Kohlenstoff:	72,12	72,08	71,98
Prozente Wasserstoff:	11,96	11,99	12,03.

Zusammenfassung des Ergebnisses der Untersuchung des Kornfuselöls.

In 1 kg des ursprünglichen wasserhaltigen Kornfuselöls, wie es aus der Rektifikationsanstalt hervorgegangen war, wurden gefunden:

Wasser	101,5 g	Freie Fettsäuren	1,37 g
Aethylalkohol	40,2 „	Fettsäureester	2,62 „
Normalpropylalkohol	31,7 „	Terpen	0,28 „
Isobutylalkohol	135,3 „	Terpenhydrat	0,41 „
Amylalkohol	685,3 „	Furfurol, Basen und Heptylalkohol	0,18 „
Hexylalkohol	1,14 „		

In 1 kg des von Wasser und Aethylalkohol befreiten Kornfuselöls sind enthalten:

Normalpropylalkohol	36,9 g	Fettsäureester	3,05 g
Isobutylalkohol	157,6 „	Terpen	0,33 „
Amylalkohol	798,5 „	Terpenhydrat	0,48 „
Hexylalkohol	1,33 „	Furfurol, Basen und Heptylalkohol	0,21 „
Freie Fettsäuren	1,60 „		

In 100 Gewichtstheilen der freien Säuren sind enthalten:

Name der Säure:	Kaprinsäure	Pelargonsäure	Kaprylsäure	Kapronsäure	Buttersäure	Essigsäure
Gewichtstheile:	44,1	12,9	26,7	13,2	0,4	2,7

In 100 Gewichtstheilen der Fettsäureester sind enthalten Ester der:

Name der Säure:	Kaprinsäure	Pelargonsäure	Kaprylsäure	Kapronsäure	Buttersäure	Essigsäure
Gewichtstheile:	40,7	14,2	34,8	9,6	0,4	0,3

Ueber die Einwirkung des Ozons auf Bakterien.

Von

Regierungsrath Dr. Ohlmüller.

Die Eigenschaft des Ozons, als hervorragendes Oxydationsmittel sich energisch mit organischen Stoffen zu verbinden, hat schon bald nach seiner Entdeckung durch Schoenbein zu der jetzt allgemein anerkannten Ansicht geführt, daß in dieser physikalischen Umänderung des Sauerstoffes ein wirksames Reinigungsmittel der atmosphärischen Luft zu erblicken sei. Diese Annahme hat namentlich durch die Untersuchungen von Wolffhügel[1]) eine Stütze erhalten. Es gelang dem genannten Forscher nur unter gewissen Bedingungen, in bewohnten Räumen das Ozon nachzuweisen. Er schloß hieraus, daß die Menge dieses Gases, welche sich in der Außenluft befindet, auf den vielverzweigten Wegen zu den Wohnräumen und in diesen selbst zumeist eine hinreichende Masse von organischen Substanzen vorfindet, um zu deren Oxydation sofort verwendet zu werden. Das Ozon hat somit zur Vernichtung organischer Stoffe beigetragen, welche als Verunreinigung der Wohnräume oder der Luft derselben mit ihm in Berührung kamen.

Die Richtigkeit dieser Annahme wurde durch einen Versuch bestätigt. Die Luft aus dem Freien, welche bei Verwendung von 155 l auf dem Ozonoskop den Skalagrad VI hervorgerufen hatte, konnte in der gleichen Menge durch ein Eudiometer geleitet, in welches vorher Straßenstaub eingeblasen war, nur mehr den Skalagrad III : IV hervorbringen. Der Straßenstaub hatte mit Natronkalk geglüht eine starke Ammoniakreaktion gegeben. Nachdem eine ausgeglühte Probe desselben zum Versuch verwendet worden war, zeigte sich bei der Durchleitung von 216 l Luft sowohl bei dem mit ausgeglühtem Straßenstaub beschickten, wie bei dem zur Kontrole dienenden Eudiometer, der Skalagrad V — ein Beweis dafür, daß die organischen Bestandtheile des Staubes es sind, welche der Luft Ozon nehmen[2]). Hierdurch fand auch die Mittheilung von Fox[3]) ihre Bestätigung, daß die Luft von ihrem Ozongehalt bei der Durchleitung durch eine lange Glasröhre weniger einbüßt, wenn dieselbe vor ihrem Eintritt in letztere einen Wattepfropf passirt hat. Fox schloß hieraus, daß die staub-

[1]) Wolffhügel, Ueber den sanitären Werth des atmosphärischen Ozons, Zeitschr. für Biologie. Bd. XI.

[2]) a. a. O. S. 430.

[3]) Ozone and antozone, S. 268.

förmigen Bestandtheile der Luft durch die Watte zurückgehalten werden, welche bei dem Weglassen der letzteren sich in feinster Vertheilung auf der Innenwand des Glasrohres niederschlagen und hierdurch die günstigsten Bedingungen zur Einleitung der Oxydation durch Ozon bieten. Er widerlegte hierdurch die Ansicht Palmieri's und Houzeau's[1]), daß der Verlust an Ozon durch die Reibung an der Glaswandung bedingt sei.

Diese Abhängigkeit des Ozons von der Anwesenheit organischer Stoffe konnte Wolffhügel auch in der Natur beobachten; er fand[2]), „daß die Steigerung des Ozongehaltes nach Gewittern stets dann von kürzester Dauer war, wenn kein Regen gefallen war; wurde aber die Luft, sozusagen, rein gewaschen und deren suspendirte Bestandtheile niedergeschlagen, so dauerte der vermehrte Ozongehalt solange als die Luft jene nach Regengüssen charakteristische Klarheit und Transparenz beibehielt."

Es lag fernerhin der Gedanke nahe, daß das Ozon auch auf organische Stoffe einwirkte, welche als die Entstehungsursache ansteckender Krankheiten in früherer Zeit angesehen wurden, indem dasselbe die Luft gewissermassen von den „Miasmen" reinige. Die statistischen Erhebungen, welche namentlich während des Auftretens von Choleraepidemien den Ozongehalt der Luft mit der Heftigkeit der Krankheit (Anzahl der Erkrankten oder Gestorbenen) verglichen, führten zu wechselnden Ergebnissen. Moffat, Cook, Smallwood, T. Boeckel, Robert, Simonin, Wolf, Conraux, Billard und Andere[3]) sahen, daß das Auftreten der Cholera mit einem Herabsinken und Verschwinden des Ozongehaltes der Luft zusammenfiel, entgegengesetzt sind aber die Beobachtungen von v. Pettenkofer, Seitz, Strambio, Glaisher, Peter, E. Boeckel, Fox und Day[4]). Es kann hier eine besondere Bedeutung darauf nicht gelegt werden, daß man die Krankheitsursache in einer ungeformten organischen Masse, dem Miasma, suchte gegenüber der nunmehr bekannten Thatsache eines geformten und organischen Choleraerregers, immerhin hätte ein positives Ergebniß der statistischen Aufzeichnungen bedeutet, daß ein mit der Epidemie in ursächlichem Zusammenhang stehender Stoff durch das Ozon vernichtet oder gehemmt worden ist. Auch die Versuche in Krankenzimmern u. dergl. die Luft durch Ozon zu verbessern, sind fehlgeschlagen, mochte man letzteres künstlich darstellen oder dessen Bildung in der Natur durch Anpflanzung von Sträuchern mit stark duftenden, an ätherischen Oelen reichen Blüthen, wie Lavendel, Pfeffermünze, Wachholder, Fenchel ꝛc. (bei Engler) zu begünstigen suchen. In beiden Fällen, in der freien Natur wie im Krankenzimmer, stand jedenfalls die gelieferte Ozonmenge nicht im entsprechenden Verhältniß zu der vorhandenen oxydirbaren Masse. Es spricht nichts dagegen, anzunehmen, daß das Ozon sämmtliche organische Stoffe vernichten, daß es sogar zu einer Ansammlung desselben kommen kann, wenn es in hinreichender Menge geliefert wird oder schon vorhanden ist. In der That konnte Wolffhügel beweisen, „daß die Größe des Luftwechsels für das Eintreten einer Ozonreaktion in geschlossenen Räumen von Belang ist[5])." Er bekam nur an solchen Tagen eine Reaktion, „an welchen durch

[1]) Comptes rendus, LXXIV, S. 1266—1267.
[2]) a. a. O. S. 449.
[3]) Mitgetheilt bei Engler, Historisch-kritische Studien über das Ozon. (Separatabdruck S. 59.)
[4]) Ebenda.
[5]) a. a. O. S. 421.

heftige Stürme, Schneegestöber, hohe Temperaturdifferenz der freiwillige Luftwechsel gesteigert und der Ozongehalt im Freien ein reichlicher war".

Die Thatsache, daß Ozon organische Stoffe vollständig zu vernichten im Stande ist, wenn es nur in genügender Menge angewendet wird, mußte den Schluß rechtfertigen, daß seine Verwendung in mancher Hinsicht nutzbringend verwerthet werden kann; umsomehr, nachdem Fox[1]) nachgewiesen hatte, daß durch dasselbe Keime und Sporen von Schimmel, Bakterien und Vibrionen und kleine Monaden getödtet werden können. Nachdem die Ursache einer Reihe von ansteckenden Krankheiten in dem Vorhandensein niederer Organismen, der Spaltpilze erkannt worden war, lag es nahe, das Verhalten dieser kleinsten Lebewesen zu dem Ozon zu ermitteln, um mit demselben möglicherweise den Kampf gegen Infektions-Krankheiten aufzunehmen und deren Ausbreitung wirksam entgegenzutreten.

Die Ergebnisse, welche die diesbezüglichen Untersuchungen von Großmann und Meyerhausen, Szpilmann, Fischer, Oberdoerffer, Sonntag, Oerum, Wyssokowitsch, Krukowitsch, Lukaschewitsch und Anderen zu Tage geführt haben, sind jedoch vielfach nicht übereinstimmend.

Dies läßt sich zunächst aus den wechselnden oder zu geringen Mengen von Ozon, welche verwendet wurden, erklären; außerdem gehen aus den einzelnen Mittheilungen noch weitere Umstände hervor, welche auf die Ursache des öfteren Mißlingens der Vernichtung von Bakterien hindeuten. Es war deshalb angezeigt, nachzuforschen, unter welchen Umständen das Ozon auf Bakterien einwirkt, umsomehr als sich eine günstige Gelegenheit zur Beschaffung des Ozons darbot.

Im Berliner Laboratorium der Firma Siemens & Halske hatte sich Dr. O. Frölich, unterstützt von den Doktoren Erlwein, Howe und von Titzen-Hennig, die Aufgabe gestellt, Apparate auszuarbeiten, vermittelst deren die elektrische Herstellung von Ozon aus atmosphärischer Luft im größeren Maßstabe behufs technischer Verwendung bewerkstelligt werden kann. Es ist hier nicht der Ort auf Einzelheiten der verschiedenartig konstruirten Apparate einzugehen, es muß vielmehr auf die Mittheilungen Frölich's[2]) selbst verwiesen werden. Es sei nur erwähnt, daß sich sämmtliche Apparate auf den Grundgedanken der von W. von Siemens angegebenen Ozonröhre[3]) aufbauen, wobei die Glimmentladung die Umwandelung des Sauerstoffes in Ozon bewirkt. Das Verdienst Frölich's und seiner Mitarbeiter ist es, der von Siemens'schen Ozonröhre eine Form gegeben zu haben, welche ihre technische Verwendung ermöglicht. Durch die Benützung von Glimmer, Celluloid, Horngummi, Email, Porzellan u. dergl. zur Herstellung der dielektrischen Schicht sowie insbesondere durch zweckmäßige Anordnung dieser Materiale wurde in erster Linie eine größere Festigkeit des Apparates erzielt und dann weiterhin die Möglichkeit gegeben, diesen in beliebiger Größe herzustellen. Die Haltbarkeit des Siemens'schen Apparates, bei welchem die dielektrische Schicht durch zwei eine Luftschicht einschließende Glaswandungen gebildet wird, ist

---

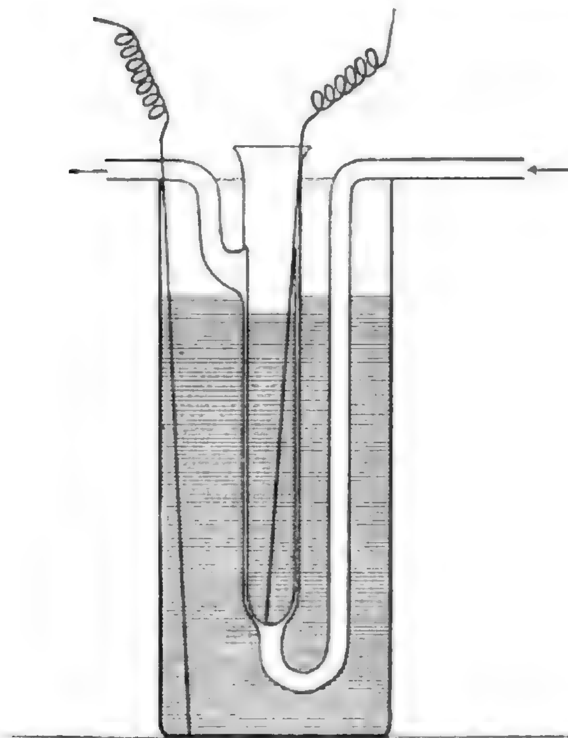
[1]) a. a. O. S. 152.
[2]) Elektrotechnische Zeitschrift (Centralbl. für Elektrotechnik) 1891. Heft 26.
[3]) Poggendorff's Ann. der Physik und Chemie, Bd. 102, S. 120.

natürlich eine geringere, auch stößt man auf Schwierigkeiten, genau konzentrische Röhren aus Glas von einigermaßen größerer Ausdehnung herzustellen.

Dr. Frölich hat fernerhin durch seine Versuche dargethan, daß die Unterbrechungen des Stromes durch einen Wagner'schen Hammer oder durch eine Quecksilberwippe zu unregelmäßig sind, als daß eine vollständige Ausnützung des Stromes zur Ozonerzeugung erzielt würde. Anstatt solcher Einrichtungen verwendete er einen sich drehenden Kommutator, welcher am zweckmäßigsten als zweiter Kommutator auf eine Dynamomaschine gesetzt wird. Auf diese Weise konnte er die Unterbrechungen bis zu 600 in der Sekunde steigern Der Erfolg dieser Veränderungen muß als ein äußerst günstiger bezeichnet werden: nach einer schriftlichen Mittheilung der Firma Siemens & Halske können bei Verwendung der gewöhnlichen Wechselstrommaschinen und Induktoren mit 1 Pferdekraft in 1 Sekunde 3 mg Ozon aus atmosphärischer Luft dargestellt werden, und es ist zu erwarten, daß diese Menge durch neue eigens für diesen Zweck zu konstruirende Maschinen auf 9 mg gesteigert werden wird.

In den nachstehenden Versuchen wurde eine Siemens'sche Röhre verwendet, da sich für den Laboratiumsgebrauch der Apparate aus Glas zweckmäßiger erwies, als die größeren Frölich'schen Ozonerzeuger; namentlich deshalb, weil mit der Verwendung von Flüssigkeit (Wasser) anstatt der Belegungen von Platin oder Staniol der ganze Apparat durchsichtig wurde. Hierdurch war man jederzeit im Stande, sich von dem gleichmäßigen Abspiel der Glimmentladungen und demgemäß von der Ozonbildung durch den Augenschein zu überzeugen.

Die Zusammensetzung des Ozonapparates war im Wesentlichen folgende:



Ein 1 pferdekräftiger Gasmotor setzte eine Dynamomaschine von 65 Volt und 8 Ampère in Betrieb, an welche ein zweiter Kommutator angesetzt war, der eine möglichst regelmäßige und zahlreiche Unterbrechung des Stromes bezweckte Der Strom trat in eine große Induktionsrolle ein; der eine elektrische Pol endete in dem die Siemens'sche Röhre umgebenden Wasser (siehe Zeichnung), der andere ragte in die Wassersäule hinein, welche von der innersten blind endigenden Röhre des Ozonapparates beherbergt wurde. Die Polendungen bildete demnach beiderseits das Wasser, die dielektrische Schicht zwei Glasflächen, zwischen welchen Luft strömte. Durch den Apparat wurde in der angedeuten Richtung mittelst eines Gasometers Luft in gleichmäßigem Strome hindurchgedrückt, deren Menge an einer Gasuhr genau abzulesen war. Hinter der Gasuhr war eine

Waschflasche mit Schwefelsäure eingeschaltet, um die Luft zu trocknen. Die Verbindungen zunächst vor der Ozonröhre und hinter derselben wurden mit durchbohrten und in Paraffin gesottenen Korken bewerkstelligt.

Mittelst dieser Versuchsanordnung wurde zunächst geprüft, wie sich die Menge des gelieferten Ozons zu der Geschwindigkeit der durchströmenden Luft verhielt. In der Erwägung, daß diese Art der Ozonbereitung Desinfektionszwecken dienstbar gemacht werden könnte, wurde von der Benutzung von reinem Sauerstoff Abstand genommen, da einerseits die erzielten Ozonmengen bei Verwendung von Luft ohnehin schon beträchtliche waren und anderseits dieses Verfahren die Kosten bedeutend herabmindert.

Der Ozongehalt der so behandelten Luft wurde nach der Methode von Baumert[1]) in der von Sonntag[2]) angegebenen Weise ermittelt. An das Ende des Ozonapparates wurde eine Glasröhre angeschlossen, welche senkrecht in einen Cylinder hineinragte und unten fein ausgezogen war. In dem Cylinder befand sich eine 5 prozentige Jodkaliumlösung. Um sich jederzeit davon zu überzeugen, daß sämmtliches Ozon durch Jodkalium zersetzt war, wurde quer über die Oeffnung des Cylinders ein befeuchteter Streifen von Jodkaliumstärkekleisterpapier gelegt. Es konnte niemals eine Bläuung desselben wahrgenommen werden. Nach Durchleitung von 1 l Luft wurde die Flüssigkeitsmenge auf 1000 ccm aufgefüllt und in 100 ccm das frei gewordenen Jod durch Titrirung mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron, deren Titer mittelst einer Kalibichromatlösung bestimmt worden war, ermittelt. Hieraus konnte die Menge des Ozons berechnet werden, welche 1 l Luft geliefert hatte

Sobald das Ozon mit der wässerigen Jodkaliumlösung in Berührung kam, bildeten sich die starken, weißen Nebel, welche Meissner[3]) als Antozon gedeutet hat. Auf diese Erscheinung werde ich später noch zurückkommen, vorläufig seien die Ergebnisse der Versuche mitgetheilt.

Durchströmungszeit für 1 l Luft		Gelieferte Ozonmenge	Durchströmungszeit für 1 l Luft		Gelieferte Ozonmenge
Min.	Sek.	mg	Min.	Sek.	mg
	42	5,8	1	48	15,2
	42	6,2	1	54	11,3
	45	6,4	2	—	11,5
	48	6,3	2	18	13,0
1	—	7,7	2	20	12,0
1	15	10,2	2	26	15,1
1	18	10,8	3	12	16,5
1	22	9,9	3	36	20,9
1	24	10,0	3	46	25,8
1	30	12,4	4	15	23,8
1	36	11,6	6	45	30,7
1	39	10,2	7	—	36,2
1	42	9,6			

[1]) Poggendorff's Annal. Bd. LXXXIX, S. 40.
[2]) Zeitschrift für Hygiene, Bd. VIII, S. 116.
[3]) Vergl. Engler a. a. O. S. 18.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß die Gewichtsmenge des erzeugten Ozons umso größer war, je langsamer die Luft durch den Apparat hindurchstrich. Durchwegs war dies allerdings in allen Versuchen nicht der Fall. Es ließ sich jedoch in den Ausnahmefällen der geringere Ertrag an Ozon aus äußeren Gründen erklären, entweder war in solchen Fällen die Thätigkeit des Gasmotors eine unregelmäßige, oder die Aufnahmefähigkeit der Metallbürsten an der Dynamomaschine war durch zu starke Abnützung oder durch einen Ueberzug der letzteren mit einer Oelschicht beeinträchtigt. Immerhin können bei der großen Anzahl der Versuche diese Ausnahmen nichts an der Regel ändern, daß die relative Ozonmenge mit der angewandten Luftgeschwindigkeit in direktem Zusammenhang steht. Es wäre nun nicht zutreffend, wollte man mit Rücksicht auf diese Thatsache bei Desinfektionsversuchen stets eine möglichst geringe Luftgeschwindigkeit wählen, da hierbei doch nur die absolute Ozonmenge in Frage kommen kann. Wenn allerdings 1 l Luft bei einer Durchströmungsgeschwindigkeit von 7 Minuten 36,2 mg Ozon lieferte, so hätten dagegen bei einer Durchlaufszeit von 42 Sekunden 10 l Luft den Apparat durchströmen können, welche je 5,8 d. h. im Ganzen 58 mg Ozon geliefert hätten. Es wurden deshalb bei den Versuchen zur Vernichtung von Bakterien durchschnittlich Strömungsgeschwindigkeiten von 1—3 Minuten nur ausnahmsweise höhere oder niedrigere gewählt.

I. Einwirkung ozonhaltiger Luft auf Bakterien, welche Gegenständen anhaften.

1. Versuchsreihe: Bakterien trocken, Ozon trocken.

Eine zwei Tage alte Typhuskultur (auf Agar) wurde in wenig Wasser möglichst gleichmäßig vertheilt. In diese Aufschwemmung wurden sterile Seidenfäden gelegt, bis dieselben vollkommen durchfeuchtet waren. Nachdem diese lufttrocken geworden waren wurden sie zum Versuch in der Weise verwendet, daß sie in einem geeigneten Glasbehälterchen beliebig lange Zeit direkt in den Strom der ozonhaltigen Luft gebracht wurden.

Während einer 1stündigen Versuchsdauer wurden 76 l Luft verbraucht; ihre Strömungsgeschwindigkeit betrug demgemäß für den Liter 48 Sekunden. Wenn man annimmt, daß unter diesen Umständen 1 l Luft 6,3 mg Ozon liefert, so standen in diesem Versuche 478,8 mg Ozon zur Verfügung. Jedoch selbst das einstündige Einwirken des Gases vermochte die Wachsthumsfähigkeit der an den Seidenfäden angetrockneten Typhusbacillen in keiner Weise zu verändern. In Bouillon wuchs bei Brütwärme von 37,0° C. die Kultur ebenso rasch und üppig wie die Controlkultur; dies war auch der Fall bei einem Versuche von gleicher Zeitdauer und geringerer Strömungsgeschwindigkeit der Luft.

Diese Resultate stimmen auch mit den Beobachtungen überein, welche Sonntag[1]) für Milzbrand-Sporen und -Bacillen gemacht hat. Krukowitsch[2]) nahm die Bakterien, welche sich bei der Fäulniß von Hühnereiweiß entwickeln, mit Papierstreifen auf und

[1]) Sonntag, Ueber die Bedeutung des Ozons als Desinficiens. Zeitschr. f. Hyg. Bd. VIII S. 119 u. ff.

[2]) Zeitschr. f. Hyg., Bd. IX S. 92.

ließ auf diese entweder in frischem oder in getrocknetem Zustande oder nach vorhergegangener Befeuchtung der trockenen Streifen ein nach Vorschlag von Suprunenko auf chemischem Wege hergestelltes Ozon einwirken. Suprunenko[1]) empfiehlt 20 Gewichtstheile Aetznatrium, 15 Gewichtstheile Manganhyperoxyd und 5 Gewichtstheile Natriumsalpeter mit der zweifachen Gewichtsmenge konzentrirter Schwefelsäure zu behandeln. Dieses Gemisch könne bis 1% Ozon liefern, wobei 1 g dieses Gases auf 15—17 Pfg. zu stehen käme. Die frischen Bakterien zeigten nach 1stündiger Einwirkung des Ozons im Verhältniß von 3 mg auf 1 cbm Raum kein Leben mehr, während die trockenen und feuchten in der Pasteur-Bergmann'schen Nährflüssigkeit (10 Theile Zucker, 0,5 Theile weinsaures Ammon und 0,1 Theil Dikaliumphosphat auf 100 Theile Wasser) eine Trübung hervorriefen. Bei Verwendung von 5 mg Ozon für den gleichen Raum keimten nur noch die trockenen, bei 8 mg überhaupt keine Bakterien mehr aus. Diese zum Theil günstigen Erfolge führt Lukaschewitsch[2]) darauf zurück, daß bei diesem Verfahren der Ozondarstellung eine bedeutende Menge Stickoxyde nebenbei erzeugt wird. Zu seinen eigenen Versuchen benutzte er nur das auf elektrischem Wege erzielte Ozon. Eine 20tägige Einwirkung von 790 mg Ozon für 1 cbm Raum hatte die getrockneten Milzbrandsporen unbeschädigt gelassen.

Der negative Erfolg dieser Versuche kann nicht überraschen; denn Engler und Nasse[3]) haben nachgewiesen, daß das Ozon schon auf die sehr empfindlichen Reagentien Jodkalium und Jodkaliumkaliumstärkekleister in trockenem Zustande nicht mehr einwirkt.

2. Versuchsreihe: Bakterien trocken, Ozon feucht.

Zunächst wurde die ozonhaltige Luft feucht gemacht, indem sie durch eine mit Wasser gefüllte Waschflasche hindurchging, ehe sie zu den Bakterien gelangte. Bei gleichen Verhältnissen wie im vorigen ersterwähnten Versuche (bei gleicher Luftgeschwindigkeit und Luftmenge) war das Resultat schon ein besseres: die an den Seidenfäden angetrockneten Typhusbacillen waren nach 1 Stunde nicht mehr lebensfähig. Wurde durch eine Vermehrung der Anzahl der Liter der durchgeleiteten Luft die Ozonmenge gesteigert, so stellte sich der Erfolg noch günstiger. Es ergab sich:

Einwirkungsdauer	Verbrauchte Luft	Typhusbacillen auf	
		Seidenfäden	Papierstreifen
Min.	l		
0	0	+*	+
15	22	+	+
30	46	—**	—
45	69	—	—
60	90	—	—

*) + bedeutet Wachsthum in Bouillon.
**) — bedeutet kein Wachsthum in Bouillon.

---

[1]) Ebenda S. 90.
[2]) Ebenda S. 93.
[3]) Engler, a. a. O. S. 42.

Nachdem durch diesen Versuch erwiesen worden war, daß Bakterien durch die **direkte Einwirkung des ozonhaltigen Luftstromes** bei einem gewissen Feuchtigkeitsgehalt desselben schädigend beeinflußt werden, war es erforderlich zu ermitteln, wie sich dieselben verhalten, wenn sie sich in einem größeren **Raum** längere Zeit mit ozonhaltiger feuchter, nach Umständen ruhender Luft zusammen befinden.

3. Versuchsreihe: Bakterien feucht, Ozon feucht.

Um die Verhältnisse für die Einwirkung des feuchten Ozons möglichst günstig zu gestalten, wurden die Bakterien mit sterilisirtem destilirtem Wasser ausgiebig benetzt. Den Desinfektionsraum bildete eine dreifach tubulirte 16 cdm fassende Glasglocke, deren untere Oeffnung mit Vaselinwachs verstrichen, luftdicht schließend auf eine mattirte Glasplatte aufgedrückt wurde. Den an der Kuppe befindlichen Tubus schloß ein paraffinirter Kork, durch welchen zwei Glasröhren hindurchgingen. Durch die eine bis zum Boden der Glocke führende Röhre strömte die ozonhaltige Luft zu; die an der Kuppe endigende leitete das verdrängte Luftgemenge ab; letztere tauchte mit ihrer außerhalb befindlichen Mündung 1 cm tief unter einen Wasserspiegel; da ferner das Ozon vor seinem Eintritt in die Glocke die Waschflasche zu passiren hatte, so war der Raum der Glocke mit Beendigung eines jeden Versuches vollkommen luftdicht abgeschlossen. Die zwei seitlichen Tuben waren durch paraffinirte Korke verschlossen, welche nach innen je ein in Fächer getheiltes Körbchen, aus Drahtnetz hergestellt, trugen. In letztere wurden die zu prüfenden Objekte gebracht und konnten nach Bedarf aus denselben in bestimmten Zeiträumen entnommen werden.

a) Versuch mit Typhus. — Luftverbrauch 108 l, Einwirkungsdauer bis zu 18 Stunden.

Die Bacillen einer während 2 Tagen im Brütofen bei 37,0° C. auf Agar gewachsenen Typhuskultur wurden mit wenig sterilem Wasser angerieben. Hierauf wurden die nachstehend verzeichneten Gegenstände in die Bakterienaufschwemmung eingelegt. Nach Trocknung an der Luft wurden diese Objekte mit sterilem Wasser befeuchtet und so zum Versuch verwendet. Es wurden sowohl während des Versuches als auch 18 Stunden nach Beendigung Proben behufs Verimpfung auf Bouillon entnommen.

Einwirkungsdauer	Verbrauchte Luft l	Filterpapier	Seidenfäden	Glasstäbchen	Eisendrähte
0 Min.	0	+	+	+	+
15 „	32	+	+	+	+
30 „	57	+	+	+	+
45 „	83	+	+	+	—
1 Stunde	108	+	+	—	—
18 „	—	—	—	—	—

Auf allen Gegenständen hatte demnach eine 18stündige Einwirkung von Ozon die Typhusbacillen zum Absterben gebracht. Ein Eintrocknen der Bakterien konnte dieses Resultat nicht beeinflußt haben; die Objekte waren nach der letzten Entnahme

noch feucht, wenn auch nicht mehr in dem Grade wie zu Anfang. Es ist wahrscheinlich, daß bei dieser Luftgeschwindigkeit das Ozongasgemenge nicht genügend Zeit zur vollständigen Sättigung mit Feuchtigkeit hatte.

Anderseits beobachteten wir, daß die an Filterpapier und Seidenfäden anhaftenden Bacillen mehr Widerstand zu leisten vermochten, weil sie eben tiefer in das Innere des Materials eingedrungen und deshalb mehr geschützt waren gegen Ozon als die an einer glatten Oberfläche (Glas, Eisendraht) in dünner Schicht anklebenden. Dieselbe Beobachtung machte ich noch in weiteren Versuchen bei der Benützung von dickem Flanell, Parchend, dünnem Baumwollstoff und Rohseidenzeug.

b) Versuch mit Typhus. — Verminderung des Luftverbrauches, Verlängerung der Einwirkungsdauer.

Um die Grenze ausfindig zu machen, bei welcher Typhus unter diesen Verhältnissen, bei Verwendung verschiedener Materiale als Träger, abstirbt, wurde die Einwirkungsdauer auf 21 Stunden verlängert, nachdem durch die Glocke das 5fache ihres Rauminhaltes an ozonhaltiger Luft mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 2 Minuten für das Liter geströmt war. Die Typhuskultur war während 2 Tagen im Brütofen bei 37,0° auf Agar gewachsen.

	Dicker Flanell	Parchend	Dickes Baumwollzeug	Dünnes Baumwollzeug	Rohseidenzeug	Filterpapier	Holz	Weißblech	Glaswolle
Kontrole 1. Vor Beginn des Versuches verimpft	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nach 21stündiger Einwirkung verimpft	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kontrole 2. Nach 21 Stunden verimpft	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Die am Schlusse des Versuches verimpften Proben wurden während dessen Dauer in einer feuchten Kammer gehalten.

c) Versuch mit Absceßeiter. — Weitere Verminderung des Luftverbrauches bezw. Verlängerung der Einwirkungsdauer.

Zu gleichem Ergebniß führte auch ein Versuch mit Absceßeiter, bei welchem das dreifache des Rauminhaltes der Glasglocke an Luft und eine 24stündige Einwirkung des Ozons angewendet wurde.

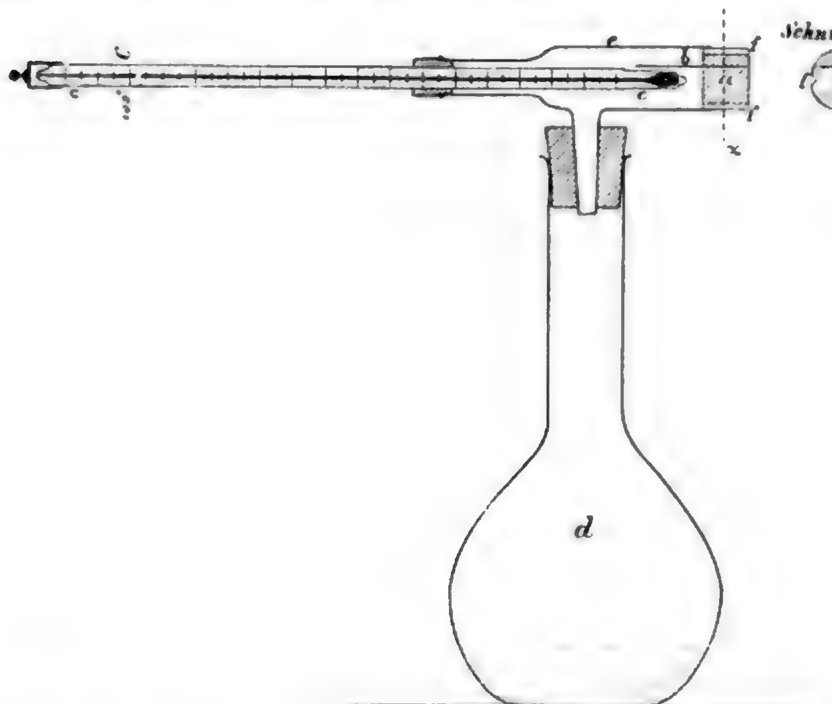
	Flanell	Parchend	Dünnes Baumwollzeug	Rohseidenzeug	Filterpapier	Weißblech	Deckgläschen	Holz
Kontrole 1. Vor dem Versuch verimpft . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Nach 24stündiger Einwirkung verimpft . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Kontrole 2. Nach 24 Stunden verimpft . .	+	+	+	+	+	+	+	+

In dem Eiter wurden durch Plattenanlage eine zahlreiche Menge von Staphylokokken nachgewiesen. Das Gelingen dieses Versuches schiebe ich dem Umstande zu, daß der Eiter auf die Oberfläche der verschiedenen Materiale nur in äußerst dünner Schicht aufgetragen worden war.

d) Versuch mit Milzbrandsporen. — Weitere Verminderung des Luftverbrauches und gleiche Einwirkungsdauer wie im vorhergehenden Versuche.

Wollte man diese Versuche mit der Glasglocke in die Praxis übertragen, so hätte es keinen Anstand, die Einwirkungsdauer der ozonhaltigen Luft beliebig lange auszudehnen, dagegen würde es undurchführbar sein, auf die Zuleitung des desinfizirenden Gasgemenges verhältnißmäßig so lange Zeit zu verwenden. Man wird bei solchen Verhältnissen, wo es sich um größere Räume handelt, nicht den kleinen Laboratoriumsapparat zur Erzeugung von Ozon wählen, sondern einen entsprechend umfangreicheren, durch welchen in derselben Zeiteinheit eine weit größere Luftmenge hindurchgeschickt werden kann. Eine vollkommene Erneuerung der Luft eines Raumes durch ozonhaltige wird bei der dazu erforderlichen Zeit wohl nie erreichbar sein.

Ich glaubte, den gedachten Verhältnissen bei der praktischen Durchführung eines solchen Desinfektionsverfahrens nahe gekommen zu sein, wenn ich bei den mir dargebotenen Umständen (kleiner Ozonerzeuger, Raum von 16 cdm) die doppelte Raummenge ozonhaltiger Luft in die obengeschilderte Glasglocke mit einer Geschwindigkeit von 1 Minute für das Liter einleitete; dies erforderte rund eine halbe Stunde Zeit. Zu diesem Versuche wurde ein möglichst widerstandsfähiges Material gewählt, nämlich Milzbrandsporen, deren Lebensfähigkeit durch 7 Minuten lange Einwirkung des strömenden Dampfes noch nicht vernichtet worden war. Zur Ermittelung dieser Eigenschaft stellte ich mir einen Apparat her, wie die nebenstehende Zeichnung veranschaulicht. Da sich derselbe als praktisch erwies, so möge eine kurze Beschreibung hier angereiht werden.



An dem Korke a ist ein Tischchen aus feinem Drahtgeflechte (b) befestigt, auf welches die zu prüfenden Objekte gelegt werden. Dicht unter demselben befindet sich die Kugel des Thermometers (c), welches die in der nächsten Umgebung der Objekte herrschende Temperatur angiebt. Der Dampf wird in der

Flasche d, welche nicht zu klein sein darf, erzeugt, strömt durch ein kurzes gerades Rohr in den eigentlichen Desinfektionsraum e und entweicht aus demselben durch vier Kanäle f, welche in der Oberfläche des Korkes a eingeschnitten sind (vergl. Schnitt yz).

Zur Ausführung des Versuches wird die Flasche d in dem angedeuteten Maße mit Wasser gefüllt und dieses durch einen Bunsenbrenner zum Sieden erhitzt. Unterdessen wird der Kork mit dem Tischchen aus dem Desinfektionsraum entfernt, und auf letzteres werden die zu prüfenden Objekte gelegt. Dieser wird vermittelst der rund ausgeschweiften Arme einer Tiegelzange gefaßt und wieder an seine Stelle gebracht, sobald das Thermometer 100° C. zeigt. Nach beliebiger Zeit entnimmt man in gleicher Weise das Bakterienmaterial dem Apparat behufs Verimpfung.

Nachdem die Widerstandsfähigkeit der an Seidenfäden angetrockneten Milzbrandsporen in der geschilderten Weise ermittelt worden war, wurden mit einer dicken Aufschwemmung derselben die Außenseiten der im Versuch benutzten Materiale (Holz, Deckglas, Flanell u. dergl.) schwach bestrichen. Die Objekte wurden im Exsiccator getrocknet und kurz vor dem Versuch mit sterilem, destillirtem Wasser wieder angefeuchtet. Es wurden geimpft: vor dem Versuch je ein Gelatineröhrchen (Controle a), 24 Stunden nach dem Versuch je ein Gelatineröhrchen und je ein Meerschweinchen mit den Objekten, welche sich in der ozonhaltigen Luft befunden hatten, sowie je ein Gelatineröhrchen (Controle b) und je ein Meerschweinchen (Controlthier) mit den Objekten gleicher Herkunft, welche während der Dauer des Versuches in einer feuchten Kammer gehalten worden waren.

	Holz	Deckglas	Flanell, dick	Baumwollenstoff, dünn	Rohseidenzeug
Controle a	+	+	+	+	+
Verimpfung nach 24stünd. Einwirkung des Ozons: Gelatine	+	+	+	+	+
Verimpfung nach 24stünd. Einwirkung des Ozons: Thier	todt nach 3 Tagen	todt nach 3 Tagen	todt nach 3 Tagen	todt nach 2 Tagen	todt nach 3 Tagen
Controle b	+	+	+	+	+
Controlthier	todt nach 3 Tagen	todt nach 2 Tagen	todt nach 2 Tagen	todt nach 2 Tagen	todt nach 2 Tagen

Bei sämmtlichen Verimpfungen auf Gelatine trat Wachsthum ein, und alle infizirten Thiere starben an Milzbrand, wie durch den mikroskopischen Milzbefund nachgewiesen wurde.

Das Ergebniß des Versuches war also ein vollständig negatives.

Sonntag[1]) erzielte dagegen eine vollständige Abtödtung von Milzbrandsporen und Staphylococcus pyogenes albus, welche an Seidenfäden hafteten und befeuchtet worden waren, wenn er in seine Glocken während 5½ Stunden drei Liter Sauerstoff einleitete, welcher derart ozonisirt war, daß der Ozongehalt anfänglich 13,53 mg auf das Liter betrug und das Gasgemenge 24 Stunden einwirkte.

[1]) a. a. O. S. 128.

Lukaschewitsch[1]) konnte mit 1,5 g Ozon in 1 cbm Raum Kommabacillen innerhalb 15 Stunden noch nicht tödten; erst nach 24 stündiger Einwirkung trat ein theilweiser Erfolg ein. Die Mikrobien des faulenden Hühnereiweißes kamen erst nach 24 stündiger Einwirkung von 300 mg Ozon zum Absterben, vorausgesetzt, daß sie feucht waren.

Die Einwirkung des Ozons auf Bakterienkulturen, welche sich auf künstlichen Nährböden befinden, worüber Oberdoerffer[2]) Oerum[3]) und Wyssokowitsch[4]) Versuche angestellt haben, wurde hier nicht berücksichtigt, da diese Verhältnisse für die Frage der Verwendbarkeit des Ozons zu Desinfektionszwecken weniger in Betracht kommen.

Nach dem Ergebniß der vorstehenden Versuche darf man annehmen, daß sich das Ozon zur Desinfizirung von Gegenständen und speziell von Wohnräumen nicht eignet. In letzterem Falle wird die Einwirkung des Gases noch dadurch geschwächt werden, daß dasselbe in Folge der Durchlässigkeit der Wände in dem Raume nicht beliebig lange Zeit in gleicher Konzentration erhalten werden kann.

II. Einwirkung ozonhaltiger Luft auf Bakterien in wässerigen Flüssigkeiten.

Zur Beschaffung eines ausreichenden Bakterienmaterials wurden Agarplatten (ungefähr 20 ccm Agarnährboden in eine Petri'sche Schale gegossen) möglichst reichlich mit einer Reinkultur geimpft und bei Zimmertemperatur oder im Brütofen bis zum üppigen Wachsthum gehalten. Das gewachsene Material wurde mit einem ausgeglühten Platinspatel unter thunlichster Vermeidung einer Verletzung der Agaroberfläche vorsichtig abgenommen. Hierauf wurde dasselbe zunächst mit wenig sterilem, destillirtem Wasser in einem Erlmeyer'schen Kolben mit sterilen Porzellanschroten tüchtig durchgeschüttelt, um zusammenklebende Bakterienmassen zu trennen. Nach darauf in entsprechender Weise bewirkter Verdünnung war das Material für den Versuch geeignet.

Eine Aenderung des Apparates, welcher zur Bestimmung der Ozonmengen verwendet worden ist, war bei diesen Versuchen nicht nothwendig. Anstatt des Cylinders mit Jodkaliumlösung wurde nur ein solcher vorgeschoben, in welchem sich die Bakterienaufschwemmung befand. Am Anfang oder am Ende jeden Versuches wurde eine Jodkaliumlösung zur Bestimmung der Ozonmenge vorgelegt. Da stets darauf geachtet wurde, daß die Flüssigkeitssäule immer die gleiche Höhe hatte wie die der Bakterienaufschwemmung, so war im Apparat der zu überwindende Druck und demgemäß die durch die Gasuhr geregelte Strömungsgeschwindigkeit in beiden Fällen die gleiche. Es konnte somit annähernd berechnet werden, welche Ozonmenge auf die Bakterien eingewirkt hatte. Die Höhe der Flüssigkeitssäulen der Bakterienaufschwemmungen wechselte zwischen 19—21 cm, ihre Menge betrug immer 500 cbm. Vor der Zuführung ozonhaltiger Luft wurde eine bestimmte Menge der Aufschwemmung entnommen, welche als Controle zur Anlage von Platten- oder Bouillonkulturen oder zur Verimpfung auf ein Thier verwendet wurde; zu gleichem Zwecke wurde dies in be-

[1]) a. a. O. S. 94.
[2]) a. a. O.
[3]) Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde Bd. II S. 202.
[4]) Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde Bd. V S. 715.

stimmten Zeitabständen während des Versuches wiederholt, um aus der Verminderung der Zahl der Bakterien, dem Wachsthum derselben oder dem Verhalten des geimpften Thieres die Beeinflussung der angewandten Bakterien durch Ozon zu erkennen.

Sobald die ozonhaltige Luft mit der wässerigen Flüssigkeit in Berührung kam, traten die weißen Nebel auf, welche auch bei den Versuchen mit Jodkaliumlösung beobachtet wurden. Meißner, Schönbein und Andere[1]) glaubten in den weißen Nebeln das Antozon vor sich zu haben, dagegen hat Engler[2]) nachgewiesen, daß das sogenannte Antozon nur dann entsteht, wenn Ozon in Gegenwart von Wasser zerstört wird; er erkannte die besagten Nebel vielmehr als Wasserstoffsuperoxyddampf. Wurden dieselben „durch stark gekühlte Röhren geleitet, so verdichtete sich nach langem Durchleiten ein geringer Anflug einer Flüssigkeit, der in Wasser gelöst deutliche Wasserstoffsuperoxydreaktion zeigte; zu gleicher Zeit ging die nebelbildende Eigenschaft des Gases verloren." Debus[3]) konnte später die Richtigkeit dieser Annahme bestätigen.

In neuerer Zeit wurde dem Wasserstoffsuperoxyd eine desinfizirende Wirkung zugesprochen. Altehoefer[4]) und Heidenhain[5]) haben bei dem Zusatz desselben in 10prozentiger Lösung zum Trinkwasser bezw. zur Milch im Verhältniß 1 : 1000 behufs Abtödtung der Keime positive Resultate erhalten. Hiernach kann die Eigenschaft des Ozons, bei seiner Zerstörung im Wasser, Wasserstoffsuperoxyd zu bilden, nur als eine günstige betrachtet werden, insoweit die Einführung des Ozons in die Desinfektionspraxis gedacht ist; sie war dagegen störend bei den vorliegenden Versuchen, wo es darauf ankam, den Einfluß des Ozons allein auf Bakterien kennen zu lernen.

Desinfektionsversuche, welche von dem zum Kaiserlichen Gesundheits-Amt kommandirten Kgl. württembergischen Assistenzarzt Dr. Scheurlen mit Wasserstoffsuperoxyd angestellt worden waren, hatten dem letzteren Mittel in gedachter Hinsicht nur einen sehr geringen Werth beigelegt. Derselbe hatte mit zwei Präparaten gearbeitet. Das eine war 3gewichtsprozentig bezw. 10volumprozentig; es zeigte eine Acidität von 30 ccm ¼ Normalnatronlauge auf 100 ccm Wasserstoffsuperoxyd; das andere war 11gewichtsprozentig bezw. 30—33volumprozentig, und zur Neutralisation der Säure waren für 100 ccm 162 ccm ¼ Normalnatronlauge nothwendig.

Nach 3tägigem Verweilen in dem erstgenannten Präparate hatten Milzbrandsporen an ihrer Wachsthumsfähigkeit und Virulenz keine Einbuße erlitten, Milzbrandbacillen waren nach 24 Stunden getödtet, dagegen waren im zweiten Präparate die gleichen Bakterienformen schon nach 24 Stunden vernichtet. Mit Recht schloß Scheurlen, daß im letzteren Falle der Erfolg dem Säuregehalt der Flüssigkeit zuzuschreiben sei. Nach einer Mittheilung des Lieferanten war dem Wasserstoffsuperoxyd behufs Haltbarmachung Phosphorsäure hinzugefügt worden.

In der Ueberlegung, daß die bei der Ozondarstellung gebildeten Mengen von

[1]) Vergl. Engler S. 18.
[2]) Engler a. a. O. S. 18.
[3]) Ebenda.
[4]) Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. VIII S. 129.
[5]) Ebenda S. 488 und 695.

Wasserstoffsuperoxyd äußerst gering sind (vergl. Engler's Versuch der Verdichtung desselben), fernerhin mit Rücksicht auf die relativ kurze Zeitdauer meiner Versuche gegenüber denen von Altehoefer und Heidenhain, und namentlich auf Grund der Ergebnisse der Scheurlen'schen Versuche, darf man annehmen, daß bei den nachstehenden Versuchen das Wasserstoffsuperoxyd nur in so geringem Grade auf die Bakterien eingewirkt hat, daß hierdurch das Bild der desinfizirenden Wirkung des Ozons wesentlich nicht verändert worden ist. Man wird fernerhin in besagter Hinsicht Abstand nehmen dürfen, von dem Einfluß der Säuren, welche Dr. Frölich[1]) bei seiner Darstellungsweise des Ozons aus atmosphärischer Luft auftreten sah. Er beobachtete, „daß unter Umständen bei der Ozonisirung der Luft kleine Mengen von salpetriger Säure und Salpetersäure gebildet werden, aber nie Stickoxyd, welches man an der Bildung von rothen Dämpfen beim Austritt an die Luft erkennen würde." In wiederholten Fällen konnte ich bei den mit ozonhaltiger Luft behandelten Flüssigkeiten salpetrige Säure und Salpetersäure mittelst Metaphenylendiamin bezw. Diphenylamin nicht nachweisen; manchmal gelang die Reaktion, trat dann aber nur so schwach auf, wie sie oft in sehr bakterienreichen Fluß- oder anderen Gewässern zur Beobachtung kommt. Die geringen Mengen dieser Säuren konnten, wenn sie vorhanden waren, die Lebensthätigkeit der Bakterien nicht beeinflussen. Die Bildung von rothen Dämpfen (Stickoxyd) wurde ebenfalls nie beobachtet.

1. Versuchsreihe: Bakterienaufschwemmungen in destillirtem sterilisirtem Wasser.

a) Milzbrandsporen.

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung*)	Verhalten der geimpften Mäuse: todt nach Tagen	Verhalten der geimpften Mäuse: Mikroskopischer Befund in der Milz
0	0	15,2	0	8 717 000	8	Bacillen
5	3 060		46,5	26 000	3	Bacillen
10	5 850		89,9	0	Nach 14 Tagen noch lebend	
20	11 850		180,1	0	„ 14 „ „ „	
40	23 560		357,8	0	„ 14 „ „ „	

b) Milzbrandbacillen.

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung*)	todt nach Tagen	Mikroskopischer Befund in der Milz
0	0	9,6	0	57 000	4	Bacillen
2	1 200		11,5	21 500	3	Bacillen
5	3 010		28,8	5 000	3	Bacillen
10	6 040		58,0	0	Bleibt am Leben	

*) Hierunter ist in dieser wie in den folgenden Tabellen die für 1 ccm der bakterienhaltigen Flüssigkeiten berechnete Anzahl von Keimen zu verstehen, welche ermittelt worden ist aus der Zahl der, bei Verimpfung bestimmter Mengen der Versuchsflüssigkeiten in Gelatine, bei Zimmerwärme ausgewachsenen Kolonien.

[1]) Sonderabdruck aus der Elektrotechnischen Zeitschrift. 1891. Heft 26, S. 7.

c) Typhus.

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung	Wachsthum in Bouillon bei 37,0° C.
0	0		0	12 247 000	+
2	3 100	6,3	19,5	0	—
5	7 900		49,8	0	—
10	16 500		103,9	0	—

d) Cholera.

		zu Anfang			
0	0	12,7	0	2 721 000	+
2	1 350	zu Ende	16,7	0	+
5	3 250	12,2	40,3	0	—
10	6 450	Mittel	80,0	0	—
		12,4			

Die Versuche sprechen übereinstimmend für eine große Desinfektionskraft des Ozons in dieser Anwendung. Die Leistung irgend eines desinfizirenden Mittels wird stets in umgekehrtem Verhältniß zu der Anzahl der Keime stehen, welche zu zerstören sind; trotz der überwiegenden Zahl kommt in den vorstehenden Tabellen die größere Widerstandsfähigkeit der Milzbrandsporen gegenüber den -Bacillen zum Ausdruck. Andererseits spricht ein Vergleich der Versuche c und d dagegen, daß bei der desinfizirenden Wirkung des Ozons die Anzahl der Bakterien in diesen Grenzen eine Rolle spielt. Während die Milzbrand*sporen* nach Anwendung von 89,9 mg Ozon nicht mehr lebensfähig waren, war dies bei den Milzbrand*bacillen* schon nach einem Verbrauch von 58,0 mg der Fall, und zur Tödtung der Typhus- und Cholerabacillen reichten bereits 19,5 bezw. 16,7 mg hin. Da im letzten Falle unter der günstigeren Bedingung der Brutwärme in Bouillon noch ein Wachsthum auftrat, während es auf den in Zimmerwärme gehaltenen Gelatineplatten ausblieb, so darf man mit Rücksicht auf den Versuch c annehmen, daß die Grenze der vernichtenden Wirkung bei Cholera zwischen 16,7 und 19,5 mg lag.

E. Großmann und Meyerhausen[1]) beobachteten das Einwirken von Ozon auf Bakterien aus Heu- und Frosch-Infusen im hängenden Tropfen. So lange reiner Sauerstoff durch die Kammer (Engelmann'sche Gaskammer) hindurchgeleitet wurde, zeigten die Bakterien große Beweglichkeit; wurde dagegen ein elektrischer Strom, welcher mit einem Ruhmkorff'schen Induktor und einem Babo'schen Ozonapparat in Verbindung gesetzt war, geschlossen, so daß eine Umwandlung des Sauerstoffes in Ozon stattfand, so trat je nach der Dicke des Tropfens in 1—5 Minuten völliger Stillstand ein, aus welchem sich die Bakterien nie wieder erholten. Die beiden Autoren schlossen aus

[1]) E. Großmann und Meyerhausen, Ueber das Leben der Bakterien in Gasen. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XV, S. 265.

ihren Versuchen, „daß Ozon die Bakterien in jedem Stadium ihrer Entwicklung in sehr kurzer Zeit, ja man darf wohl sagen augenblicklich, tödtet, sobald das Gas in hinreichender Konzentration auf die Organismen einwirken kann". Dagegen fand Szpilmann[1]) bei seinen Versuchen mit Fäulnißbakterien, die in gleicher Weise wie die vorigen angestellt worden waren, daß dieselben im hängenden Tropfen erst nach 15 Minuten ihre Bewegung verlangsamten und erst nach 20—30 Minuten zum völligen Stillstand kamen. Milzbrandbacillen dagegen wurden gar nicht beeinflußt, sie entwickelten und vermehrten sich ebenso wie in atmosphärischer Luft und Sauerstoff. E. Fischer[2]) kam auf Grund einer Reihe von Versuchen zu dem Ergebniß, daß Ozon die Entstehung und Fortpflanzung von organischen Keimen wohl verzögert, letztere aber keineswegs vernichtet.

Oberdoerffer[3]) konnte Milzbrandsporen in einer Aufschwemmung durch Einleiten von Ozon innerhalb einer halben Stunde nicht vernichten, erst nach fünfstündiger Einwirkung des Gases wurden dieselben getödtet, sodaß auf Agarplatten ein Auswachsen nicht mehr stattfand, und das geimpfte Versuchsthier gesund blieb. Bei gleicher Versuchsanordnung wurden Staphylokokken (pyogenes aureus) in einer halben Stunde lebensunfähig. D. Labbé und Oudin[4]) ließen Ozon zwei Stunden auf Tuberkelbacillen (Kultur) einwirken. Zwei damit geimpfte Meerschweinchen blieben am Leben, während die Kontrolthiere nach 25 Tagen zu Grunde gingen.

Diese Ergebnisse weichen sehr von einander ab und stehen hinsichtlich der Zeitdauer der eingetretenen Wirkung nicht im Einklang mit den meinigen, ausgenommen vielleicht die von Großmann und Meyerhausen, sowie zum Theil die von Szpilmann. Eine Mittheilung über die Menge des verwendeten Ozons ist nirgends gemacht; man ist deshalb vielleicht zu der Annahme berechtigt, daß diese zu gering war. Dieses ist gewiß zutreffend bei den Oberdoerffer'schen und Szpilmann'schen Versuchen hinsichtlich des Milzbrandes, dagegen war die Ozonmenge gewiß ausreichend bei den im hängenden Tropfen angestellten Beobachtungen der Bakterien der Heu- und Frosch-Infuse von C. Großmann und Meyerhausen, sowie der Fäulnißbakterien von Szpilmann, wie das positive Ergebniß bewies. Es muß aber noch ein anderer Umstand vorliegen, welcher den verschiedenen Ausgang der Versuche bedingte. Zur Ermittelung desselben zeigen die nachstehenden Versuche den Weg.

---

[1]) Szpilmann, Ueber das Verhalten der Milzbrandbacillen in Gasen. Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd. XIV, S. 365.

[2]) E. Fischer, Ueber Einwirkung des Ozons auf Gährung und Fäulniß. Inauguraldissertation. Bonn, 1883. S. 26.

[3]) Oberdoerffer, Ueber Einwirkung des Ozons auf Bakterien. Inauguraldissertation. Bonn, 1889. S. 17.

[4]) Comptes rendus 1891. CXIII. S. 143.

2. Versuchsreihe: Bakterienhaltige Wässer verschiedener Art.

a) Kanaljauche.

Zur Entfernung der gröberen suspendirten Theile wurden ungefähr 300 ccm Kanaljauche durch lose Watte filtrirt und mit Wasser zu 500 ccm aufgefüllt.

Zeitdauer der Einwirkung Minuten	Verbrauchte Luft	Anzahl der Keime in 1 ccm Kanaljauche	Oxydationsgröße der 500 ccm Kanaljauche mg 0
0	0	11 466 000	88,0
5	4	13 280 000	
10	11	17 640 000	
20	18	8 820 000	
30	26	7 560 000	
40	34	5 040 000	
60	54	9 000 000	66,0

b) Gartenerdeaufschwemmung.

25 g Gartenerde wurden mit 500 ccm Wasser aufgeschwemmt; nach 24stündigem Absetzenlassen wurde das Wasser abfiltrirt und dessen Menge auf 500 ccm ergänzt.

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Gartenerdeaufschwemmung	Wachsthum in Bouillon bei 37,0° C.	Oxydationsgröße der 500 ccm Aufschwemmungsflüssigkeit mg 0
0	0		0	8100	+	13,0
5	2 050		30,9	35	+	
10	4 250	15,1	64,2	15	+	
15	6 200		93,6	12	+	
20	7 300		110,2	0	+	
25	10 350		156,3	0	—	
30	12 400		187,2	0	—	6,3

c) Spreewasser.

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Spreewasser		Oxydationsgröße der 500 ccm Wasser mg 0
				fest wachsende	verflüssigende	
0	0	Zu	0	22 300	400	5,4
1	550	Anfang	8,4	15 500	160	
2	1 150	14,5,	17,5	18 500	140	
5	2 800	zu Ende	42,6	140	4	
10	5 500	15,9, Mittel	83,6	0	0	
15	8 250	15,2.	125,4	0	0	4,0

Gegenüber den vorhergehenden Versuchen mußte diesmal die weit geringere Wirksamkeit des Ozons auffallen. Es war doch nicht anzunehmen, daß die Bakteriengemische in den verwendeten Flüssigkeiten Formen einschlossen, welche die Milzbrand-

sporen an Widerstandsfähigkeit übertrafen, ausgenommen vielleicht einzelne Mikroorganismen der Gartenerde. Wenn dem so gewesen wäre, so hätte die Vernichtung der Keime in der Kanaljauche früher auftreten müssen als in der Gartenerde. Dies war jedoch nicht der Fall; während in letzterer schon nach 25 Minuten sicher keine lebenden Organismen mehr vorhanden waren, waren bei der erstgenannten Flüssigkeit nach einstündiger Versuchsdauer nur 21,5 % der Anfangs vorhandenen Keime zerstört. Daß die Menge derselben nicht der Grund des verschiedenen Ergebnisses sein konnte, geht aus einer Betrachtung der beiden Versuche mit Spreewasser und Gartenerdeaufschwemmung hervor. In ersterer Flüssigkeit waren fast um dreimal mehr Bakterien vorhanden, als in der letzteren und dennoch trat ein positiver Erfolg schon nach einem Verbrauch von 83,6 mg Ozon auf, während hierzu im anderen Falle 156,3 mg benöthigt wurden. Diese Ozonmengen überschreiten bedeutend diejenigen, welche bei der Anwendung von destillirtem und sterilisirtem Wasser ermittelt worden sind; nur die am meisten widerstandsfähige Form, die Milzbrandsporen, verbrauchte etwas mehr (89,9 mg) als die Bakterien im Spreewasser (83,6 mg).

Es drängte sich die Vermuthung auf, daß der verschiedene Ausfall der Versuche durch den Grad der Verunreinigung des Wassers bedingt war, in welchem sich die Mikroorganismen befanden. Ist diese Ansicht zutreffend, so muß man annehmen, daß das Ozon zuerst zur Oxydation der leblosen organischen Masse verwendet worden ist und erst dann auf die lebende und geformte einzuwirken begonnen hat, als ersteres bis zu einem gewissen Grad eingetreten war. In der That stellte sich auch heraus, daß diejenige Zahl, welche uns einen Aufschluß über die Größe der Verunreinigung des Wassers durch organische Substanzen giebt, daß die Oxydationsgröße durch die Einleitung des Ozons eine Verminderung erfahren hatte. Die Oxydationsgröße wurde in allen Fällen vor und nach dem Versuch durch Titrirung mit Kaliumpermanganat ermittelt; sie sank von 88,0 auf 66,0 mg Sauerstoffverbrauch bei der Kanaljauche, von 13,0 auf 6,3 mg bei der Gartenerdeaufschwemmung, von 5,4 auf 4,0 mg bei dem Spreewasser.

Vorläufig ist nicht ausgeschlossen, diese Abnahme auf Rechnung der vernichteten Bakterien zu schieben; denen bei Ausführung dieser Untersuchungsmethode, bei 10 Minuten langem Kochen eines Wassers, welchem konzentrirte Schwefelsäure zugesetzt ist, werden sicherlich die in demselben befindlichen Bakterien derart beeinflußt, daß der von dem Kalipermanganat abgespaltene Sauerstoff auf die organische Substanz derselben oxydirend einwirken kann. Während des Versuches war in allen Fällen ein Theil der Bakterienmasse durch Ozon oxydirt worden, diese Menge müßte bei der Schlußtitrirung abgerechnet werden. Inwieweit die Verminderung der Oxydationsgröße auf einen Verlust an Mikroorganismen zu beziehen ist, lehrte die weitere Versuchsreihe.

3. Versuchsreihe: Milzbrandsporenaufschwemmung in destillirtem sterilisirtem Wasser ohne und mit Zusatz von Hammelserum.

Da die organischen Stoffe hinsichtlich ihrer Oxydirbarkeit in verschiedenen Wässern von einander abwichen, so wurde zur Herstellung von Bakterienaufschwemmungen eine Flüssigkeit gewählt, welche sich in dieser Hinsicht gleichmäßig verhielt.

Es wurden Milzbrandsporen in sterilem, destillirtem Wasser aufgeschwemmt, und diesem zum Theil steriles Hammelserum in wechselnder Menge zugefügt. Je nach dem Verhalten der Sporen gegen Ozon war hiernach ein Schluß zulässig auf die Bedeutung des Vorhandenseins von organischer lebloser Substanz. Die Sporen stammten von ein und derselben Milzbrandrasse. Es wurde das Material einer Agarplatte zur Impfung von 10 Agarplatten benützt, welche gleichlange Zeit im Brütofen bei 28 bis 30° C bis zur Sporenbildung gehalten worden waren. Zunächst wurden in der oben geschilderten Weise 400 ccm Aufschwemmung hergestellt, diese zu je 100 ccm in 4 Cylinder vertheilt, welche nach Hinzufügung des Hammelserums mit sterilisirtem, destillirtem Wasser auf 500 ccm aufgefüllt wurden. Behufs gleichmäßiger Vertheilung der Sporen wurde vor Beginn des Versuches Luft durch die Aufschwemmung geleitet und während dessen die erste Probe zur Anlage der Kontrolplatten (0 Minuten Einwirkungsdauer) entnommen. Mit der Schließung des Stromes begann die ununterbrochene Einwirkung des Ozons, während welcher bis zum Schluß des Versuches die weiteren Proben entnommen wurden.

a) Ohne Zusatz von Hammelserum

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung
0	0	16,5	0	1 171 800
5	1 550		25,6	201 600
10	2 750		45,4	10
20	5 600		92,4	0

b) Mit Zusatz von 0,25 pCt. Hammelserum

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung
0	0	15,1	0	1 486 400
5	1 450		21,9	798 800
10	3 450		52,1	1 008 000
20	5 300		80,0	693 000

c) Mit Zusatz von 0,5 pCt. Hammelserum

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung
0	0	13,1	0	1 791 200
5	2 150		28,2	1 008 000
10	5 350		70,1	756 000
20	8 600		112,7	1 008 000

d) Mit Zusatz von 1 pCt. Hammelserum

Einwirkungsdauer Minuten	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung
0	0	11,5	0	2 520 000
5	2 000		23,0	1 827 000
10	6 000		69,0	1 890 000
20	12 350		142,0	630 000

Diese Versuche haben ergeben, daß das Ozon am stärksten auf die Sporen einwirkte, wenn kein Hammelserum dem Wasser zugefügt worden war, und daß mit der Zunahme der Menge des letzteren die Vernichtung von Sporenmaterial eine geringere

wurde. In 20 Minuten wurden von den zu Anfang des Versuches vorhandenen Sporen zerstört:

a) ohne Zusatz von Hammelserum . . . . 100 pCt.
b) bei Zusatz von 0,25 pCt. Hammelserum . . . . 52 „
c) „ „ „ 0,5 „ „ . . . . . 44 „
d) „ „ „ 1 „ „ . . . . . 75 „

Die Ergebnisse der Versuche a, b, und c stimmen gut mit einander überein; dagegen weicht das des Versuches d von der Regel ab. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß in diesem Falle mehr Ozon angewendet wurde. Wenn man von der Zeitdauer der Versuche absieht und diejenigen Ergebnisse gegenüber stellt, welche nahezu die gleichen Mengen von Ozon in den Versuchen c und d (70,1 bezw. 69,0 mg) hervorzubringen vermochten, so wurden 58 bezw. 25 pCt. der anfänglich vorhandenen Keime zerstört.

Diese Versuchsreihe beweist, daß es lediglich die leblose organische Masse ist, welche die Tödtung der Keime verzögert und daß man demgemäß durch die Ermittlung der Oxydationsgröße einen Anhaltspunkt bekommt über die bakterienvernichtende Eigenschaft, welche das Ozon in Wässern verschiedener Zusammensetzung zu entfalten vermag.

4. Versuchsreihe: Aufschwemmungen von Typhus und Cholera in Wässern von verschiedener Oxydationsgröße.

Um einen Ueberblick zu geben, in welchem Maße die Oxydationsgröße eines Wassers für die Beurtheilung der desinfizirenden Kraft des Ozons verwerthet werden kann, wurde die nachstehende Versuchsreihe angestellt.

Es wurden Reinkulturen von Typhus und Cholera in sterilisirten Wässern von verschiedenen Oxydationsgrößen aufgeschwemmt, zu deren Herstellung filtrirte und sterilisirte Kanaljauche, oder solche unter Beimischung von sterilisirtem destillirtem Wasser in wechselnder Menge oder Spreewasser oder sterilisirtes, destillirtes Wasser benutzt wurden.

a) Typhus in 500 ccm sterilisirter Kanaljauche.

Einwirkungsdauer Min.	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung	Wachsthum in Bouillon bei 37° C.	Oxydationsgröße für 500 ccm Aufschwemmungsflüssigkeit mg O
0	0		0	13 608 000	+	
2	3 200	6,3	20,2	8 391 600	+	67,5
5	7 800		49,1	2 154 600	+	
10	15 200		95,8	3 969 600	+	

b) Cholera in 100 ccm Kanaljauche und 400 ccm destillirten Wassers (sterilisirt).

0	0		0	1 020 000	+	
2	1 595	10,7	17,1	2 800	+	21,7
5	4 035		43,2	Mißlungen	+	
10	7 985		85,4	900	+	

c) Cholera in 50 ccm Kanaljauche und 450 ccm destillirten Wassers (sterilisirt).

Einwirkungsdauer Min.	Verbrauchte Luft ccm	1 l Luft lieferte Ozon mg	Berechnete Ozonmenge mg	Anzahl der Keime in 1 ccm Aufschwemmung	Wachsthum in Bouillon bei 37° C.	Oxydationsgröße für 500 ccm Aufschwemmungsflüssigkeit mg O
0	0	10,7	0	3 118 000	+	11,3
2	1 200		12,8	0	—	
5	3 000		32,1	0	—	
10	5 500		58,8	0	—	

d) Cholera in 25 ccm Kanaljauche und 475 ccm destillirten Wassers (sterilisirt).

0	0	10,4	0	48 000	+	6,1
2	1 500		15,6	0	+	
5	3 650		38,0	0	—	
10	7 350		76,4	0	—	

e) Typhus in sterilisirtem Spreewasser.

0	0	6,3	0	9 979 200	+	4,6
2	2 300		14,5	5 840 100	+	
5	6 450		40,6	0	—	
10	12 800		80,6	0	—	

f) Cholera in 500 ccm destillirten, sterilisirten Wassers.

0	0	6,2	0	Die Anzahl der Keime wurde nicht ermitttelt.	+	0
2	2 650		16,4		—	
5	6 300		39,1		—	
10	13 150		81,5		—	

Die oben erwähnte Thatsache kommt in dieser Tabelle deutlich zum Ausdruck; es wurden

bei einer Oxydationsgröße von 67,5 mg Sauerstoff durch 95,8 mg Ozon 70,8 % der Keime
" " " " 21,7 " " " 85,4 " " 99,9 % " "
" " " " 11,3 " " " 12,8 " " 100,0 % " "

getödtet. Die Verunreinigung durch leblose organische Substanz aus Kanaljauche in einer Höhe von 11,3 Oxydirbarkeit war ohne Belang bei der hier angewandten Ozonmenge; dagegen scheinen die organischen Stoffe des Spreewassers mehr Ozon zu ihrer Oxydation zu benöthigen.

In demselben Sinne muß auch die Beobachtung von Binz[1]) gedeutet werden, welcher durch 400—500 ccm defibrinirten Blutes 1 Stunde lang einen ozonisirten Luftstrom leitete, ohne daß das Blut in seinem äußeren Aussehen, in spektroskopischer oder mikroskopischer Hinsicht irgend eine Veränderung erfuhr. Auf Grund dieses Versuches stellte Binz mit Recht den Satz auf, „daß das Ozon sich zuerst an die gelösten organischen Verbindungen des Blutes heranmacht, ehe es die geformten Träger des Farbstoffes angreift.“ Um wieviel mehr muß eine organische geformte Masse, welche wie der Bakterienkörper als Einzelwesen den Kampf ums Dasein führt, mit einer Kraft

[1]) Binz, Ueber das Verhalten von Ozon und Blut zu einander. Centralbl. für die med. Wissenschaften. 1882. S. 722.

ausgestattet sein, welche derartigen Angriffen Widerstand zu leisten vermag. Es ist sicher zutreffend, was E. Fischer am Schlusse seiner Arbeit vermuthungsweise ausgesprochen hat, „daß die Hefe deshalb von dem Ozon so wenig angegriffen wurde, weil dasselbe von den in der Hefe gelösten (offenbar aber nur von den in der Hefeaufschwemmung befindlichen) amorphen Eiweiß- und sonstigen organischen Stoffen konsumirt wurde.“ [1]) Aus dem gleichen Grunde hat auch nach Eulenberg und Hoffmann [2]) Vaccinelymphe durch intensive Ozoneinwirkung nur wenig Schwächung erfahren.

Mit Berücksichtigung dieser Erfahrungen und auf Grund der Ergebnisse der vorstehenden Versuche wird man in der Annahme nicht fehlgehen, daß bezüglich der Bakterien in den Heu- und Froschinfusen von E. Großmann und Meyerhausen sowie der Fäulnißbakterien von Szpilmann der Unterschied der Versuche lediglich in der Verschiedenheit der Zusammensetzung der Flüssigkeiten zu suchen ist, in welchen sich die Bakterien befanden. Es muß demnach das Heu- und Froschinfus der Ersteren ärmer an organischen leblosen Stoffen gewesen sein, als das Medium, in welchem Szpilmann seine Fäulnißbakterien beobachtete. Wenn ferner der letztgenannte Autor sogar ein Auswachsen der Milzbrandbacillen während der Einwirkung des Ozons sah, so rührte dies daher, daß dieselben sich im Blute befanden. Selbst eine siebenstündige Versuchsdauer [3]) konnte die organischen Stoffe eines mit Humor aqueus verdünnten Blutes nicht in dem Grade vernichten, daß eine Beeinflussung der Milzbrandbacillen zur Geltung gekommen wäre. Dagegen konnte Oberdoerffer [4]) nach der von Geppert angegebenen Methode aufgeschwemmte Milzbrandsporen, „welche einem mehrtägigen Ausgesetztsein in 7 % Carbollösung widerstanden,“ schon während einer Versuchsdauer von 5 Stunden vernichten.

Wenn ich das Resultat dieser Versuche zusammenfasse, so hat sich aus denselben mit Sicherheit ergeben, daß das Ozon auf Bakterien, welche in Wasser aufgeschwemmt sind, in kräftiger Weise zerstörend unter der Bedingung einwirkt, daß das Wasser nicht zu stark mit lebloser organischer Substanz verunreinigt ist; der Erfolg ist der gleiche, wenn die Menge der leblosen organischen Masse bis zu einem gewissen Grade durch das Ozon oxydirt wird.

Die Apparate, welche von Frölich und seinen Mitarbeitern Erlwein, Howe und von Tietzen-Hennig hergestellt worden sind, ermöglichen die Herstellung von größeren Mengen von Ozon in einfacher und billiger Weise. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß bei Verwendung derselben dieses Gas für die Reinigung und Sterilisirung von Trink- und Flußwässern nutzbar gemacht werden kann; zumal so behandelten Wässern der eigenartige Geschmack und Geruch nach Ozon nur kurze Zeit anhaftet. Inwieweit durch Benützung dieses Gases in Abwässern solche gelöste organische Stoffe unschädlich gemacht werden können, deren Entfernung bei den bisher bekannten mechani-

[1]) a. a. O. S. 25.

[2]) Mitgetheilt bei Falk, Experimentelles zur Frage der Kanalisation mit Berieselung. Viertelj. f. gericht. Med. u. öff. San.-Wesen. 19. Bd. S. 285.

[3]) a. a. O. S. 368.

[4]) a. a. O. S. 18.

schen und chemischen Klärverfahren nur unvollständig gelang, ist noch nicht abzusehen. In beiden Hinsichten wird eine möglichst vollkommene Ausnützung des erzeugten Ozons anzustreben sein. Bei einer einfachen Durchleitung durch die betreffenden Wässer wird die gesammte Menge des Gases nicht verbraucht. In allen Versuchen entströmte den von mir verwendeten Flüssigkeiten ein Gasgemenge, welches dem Geruch nach zu urtheilen, reich an Ozon war, wie auch die Reaktion auf Schönbein'sches Jodkaliumstärkekleisterpapier bewies; trotzdem waren die vorhandenen organischen Stoffe noch nicht erschöpft. Die Menge der letzteren kann hierbei nicht ausschlaggebend sein, auch ist die Länge des Weges, welchen die Gasblasen in der Flüssigkeit zurücklegen, nicht von so wesentlichem Belang, daß hierauf ein besonderes Gewicht gelegt werden müßte. In den vorstehenden Versuchen waren die Flüssigkeitssäulen 19—21 cm hoch, und ihr Inhalt an organischer Masse erreichte bei Weitem nicht die des Blutes; Binz[1]) sah aber das Ozon noch durch eine Blutsäule von 300 ccm hindurchtreten, welche 42 cm hoch war.

Es muß technischen Sachverständigen vorbehalten bleiben, Einrichtungen zu ersinnen, durch welche ein vollständiger Verbrauch des nach der Frölich'schen Methode erzeugten Ozons zu erzielen ist. Erst hierdurch wird sich die Anwendung desselben in gedachter Weise lohnen und demgemäß auch entsprechend billiger werden.

---

[1]) a. a. O. S. 724.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Vorstand: Geh. Reg.-Rath Professor Dr. **Sell.**

15. Chemische Untersuchung mehrerer, neuerdings im Handel vorkommender Konservirungsmittel für Fleisch und Fleischwaaren.*)

Von

Dr. **E. Polenske,**

Technischer Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Nr. XXV.

Meat Preserve-Krystall, von E. Dresel-Berlin.

Ein von Wachspapier und rother Pappe umhülltes Packet, 1 kg wiegend, kostet 1 M.

Das Präparat stellt ein krystallinisches, an der Luft verwitterndes Salz dar.

Der Analyse zufolge besteht dasselbe aus:

90 Prozent krystallisirtem Natriumsulfit und
10 " Natriumsulfat.

Nr. XXVI.

Lakolin, von E. Dresel-Berlin.

Fleisch-Erhaltungs-Essenz.

Eine ½ l Flüssigkeit enthaltende Flasche kostet 1,25 M.

Es ist eine klare, gelbe, sauer reagierende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,244 bei 15° C.

In 1 l derselben waren enthalten:

6,8 g	Kaliumsulfat,	auf wasserfreie Salze berechnet.
17,6 "	Natrium "	
212,0 "	Natriumbisulfit,	
96,0 "	Natriumsulfit,	

---

*) Vergl. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Band V. S. 364, VI. S. 119.

25,0 g Glycerin,	}	Glycerinborat.
6,0 „ kryst. Borsäure,	}	
3,6 „ Eisenchlorid.		

Nr. XXVII.

Rose's Schwefelpräparat, von L. H. Rose-Hamburg-Uhlenhorst.

Es ist ein 4 cm breiter und circa 22 cm langer, grauer Pappestreifen, welcher mit ungefähr 30 g Schwefel überzogen ist.

60 derartige Stücke kosten 3 M.

In der Gebrauchsanweisung wird hervorgehoben, daß der üble Schwefelgeruch durch hinzugesetzte Mittel verdeckt sei.

Der leicht abbröckelnde Schwefel enthielt:

99,2	Prozent	Schwefel,
0,3	„	Eisenoxyd,
0,5	„	organische Substanz.

Die organische Substanz, mit welcher auch die Pappe getränkt war, lag in zu geringer Menge vor, um identifizirt zu werden. Jedenfalls beeinträchtigte dieselbe keineswegs beim Verbrennen des Präparats den penetranten Geruch der schwefligen Säure.

Nr. XXVIII.

Roseline. Fleisch-Couleur, von C. H. Rose-Hamburg-Uhlenhorst.

Die für 3 M. erstandene Flasche enthielt 850 ccm einer tief rothen Flüssigkeit, mit einem bedeutenden rothen Bodensatze. Beim Durchschütteln erschien die Flüssigkeit trübe und blutroth.

a) Der Bodensatz.

Das Gewicht des mit Wasser gewaschenen, bei 100 ° C getrockneten Bodensatzes betrug 18,6 g; derselbe besaß eine karminrothe Farbe und war in Alkohol fast unlöslich. Durch Aether wurden demselben 3,18 g eines bei gewöhnlicher Temperatur erstarrenden Fettes entzogen. Von verdünnter Ammoniakflüssigkeit wurde der Bodensatz bis auf einen geringen Rückstand, welcher im wesentlichen aus Thonerde und Kalk bestand, mit violettrother Farbe gelöst. Die gesammte Asche, 1,26 g wiegend, war vollkommen weiß und bestand aus:

0,500 g	Thonerde,
0,620 „	Kalk,
0,030 „	Magnesia,
0,026 „	Phosphorsäure,
0,030 „	Kieselsäure,
0,050 „	Sand.

Das Verhalten des Bodensatzes gegen Wasser, Alkohol, Ammonik und verdünnte Säuren, sowie die Aschenbestandtheile lassen erkennen, daß in demselben ein rother Karminlack, gerade nicht bester Qualität, vorlag.

b) Die Flüssigkeit.

Dieselbe enthielt:

20,00 g krystallisirte Borsäure und
2,46 „ gelösten rothen Karminlack.

Die gesammte, röthlich gefärbte Asche bestand aus:

0,146 g eisenoxydhaltiger Thonerde,
0,100 „ Kalk,
0,036 „ Magnesia,
0,113 „ Kaliumoxyd,
0,038 „ Natriumoxyd,
Spuren von Chlor und Schwefelsäure.

Die Menge des gelösten Karmins ließ sich in vorliegendem Falle insofern leicht feststellen, als aus dem fast zur Trockne gebrachten Verdampfungsrückstande die Borsäure durch Alkohol entfernt werden konnte.

Mehrere Handelssorten von rothem Karmin gaben an Aether ebenfalls ein ähnliches Fett ab; dasselbe, ein Bestandtheil der Cochenille, scheint in keiner Handelswaare zu fehlen. Außerdem verloren diese Proben bei 100° C im Mittel circa 18 Prozent Feuchtigkeit. Durch Addition dieses Prozentsatzes von Feuchtigkeit würden jene bei 100° C getrocknet gewogenen 18,6 g des Bodensatzes und 2,46 g der Flüssigkeit, auf 24,86 g erhöht werden müssen, um die zum Präparate verwendete Menge Handelswaare zu erhalten. Der Gesammtinhalt der Flasche besteht demnach aus:

24,86 g rothem Karminlack (Handelswaare),
20,00 „ krystallisirter Borsäure.

Eine, aus diesen Bestandtheilen mittelst heißen Wassers hergestellte Mischung besaß nicht allein dieselbe Farbe und dasselbe spez. Gew. 1,0106 bei 15° C., sondern verhielt sich auch im Uebrigen der untersuchten Fleisch-Couleur vollkommen gleich.

Nr. XXIX.

Antiseptycum von L. H. Rose, Hamburg—Uhlenhorst.

Von diesem, laut Angabe nach den neuesten Erfahrungen der Chemie hergestellten Präparate kostet ein, von rothem Glanzpapier umhülltes 500 g wiegendes Packet 2 Mk.

Es ist ein schneeweißes Pulver und besteht aus sehr fein pulverisirter Borsäure, welche durch 1 Prozent Thonerde und Kalk verunreinigt ist.

Nr. XXX.

Phlodaritt. — Neuestes Fleischpreserve-Pulver der Magdeburger Konservesalz-Fabrik von Adolph Dübecke.

Der Preis einer circa 400 g Substanz enthaltenden Kruke beträgt 1 Mk.

Die weithalsige, mit Kapsel und Plombe verschlossene Kruke enthielt eine sehr harte, gelblichweiße Masse, die sich in Wasser mit saurer Reaktion, unter Abscheidung einer geringen Menge Schwefel, löste.

Der Analyse zufolge besteht dies Präparat aus:

75,00	Prozent	Natriumsulfat und
25,00	„	Natriumbisulfit.

Auf 5 kg Fleisch sollen 10 g des Salzes verwendet werden.

Nr. XXXI.

Carnat — von L. Ziffer—Berlin.

Eine 590 g des Präparats enthaltende Blechbüchse kostet 3 Mk.

Je 5 kg Fleisch sollen mit 5 g = 1 Theelöffel voll Carnat gemischt werden.

Es ist ein weißes, leicht zusammengeballtes, in Wasser mit alkalischer Reaktion lösliches Pulver.

In demselben wurden gefunden:

18,90	Prozent	Natriumsulfat,
30,88	„	Natriumsulfit,
40,12	„	Natriumchlorid,
1,60	„	Natriumcarbonat,
5,10	„	Rohrzucker,
0,70	„	Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat,
2,00	„	Feuchtigkeit.
99,30	Prozent.	

Nr. XXXII.

Monopol — von L. Ziffer—Berlin.

Eine 520 g des Präparates enthaltende Blechbüchse kostet 2 Mk.

Zu je 50 kg Fleisch sollen 300 g Monopol verwendet werden.

Es ist ein weißes, nur oberflächlich gemischtes, grobkörniges, hygroskopisches, in Wasser mit stark alkalischer Reaktion lösliches Pulver, bestehend aus:

43,32	Prozent	Kaliumnitrat,
15,00	„	Kaliumcarbonat,
17,25	„	Kaliumchlorid,
1,20	„	Natriumchlorid,
20,00	„	Rohrzucker,
3,00	„	Feuchtigkeit,
99,77	Prozent.	

Nr. XXXIII.

Erhaltungs-Pulver, von L. Ziffer—Berlin.

Eine 390 g enthaltende Blechbüchse kostet 1 M.

Es stellt ein weißes, in Wasser mit saurer Reaktion lösliches Pulver dar. In demselben konnten fettglänzende Borsäurekrystalle makroskopisch erkannt werden.

Es besteht aus:

28,30	Prozent	Natriumchlorid,
70,10	„	krystallisirter Borsäure,
1,34	„	Feuchtigkeit.
99,74	Prozent.	

Nr. XXXIV.

Best Australian — New Zealand — Meat Preserve, von L. Ziffer—Berlin.

Eine weithalsige Literflasche, enthaltend 900 g eines gelblichweißen, fest zusammengeballten, in Wasser mit saurer Reaktion löslichen Pulvers. Der Preis beträgt 1,40 M.

Dies Präparat enthielt:

33,12	Prozent	Natriumchlorid,
48,62	„	Natriumsulfat,
16,00	„	Natriumbisulfit,
1,70	„	Kalk, Magnesia und Feuchtigkeit.
99,44	Prozent.	

Nr. XXXV.

Preservaline, Schutz gegen Springmaden, von L. Ziffer—Berlin.

Eine Rothweinflasche, gefüllt mit einer gelben, nach schwefliger Säure riechenden Flüssigkeit, vom spez. Gew. 1,275 bei 15° C., kostet 1 M.

Der dem Rauche entnommene Schinken, Speck u. s. w. soll mit der Flüssigkeit mehrmals bestrichen werden.

In 1 l Preservaline sind enthalten:

206,70 g	Natriumchlorid,
185,00 g	Natriumsulfit und Natriumbisulfit,
14,20 g	Natriumsulfat,
Spuren	Eisenchlorid,
„	Benzoësäure?

Durch den Zusatz einer geringen Menge Eisenchlorids ist sowohl in dieser Flüssigkeit, als auch in Nr. XXVI die gelbe Färbung erzeugt worden.

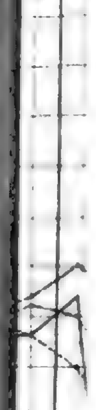
100 ccm der mit Schwefelsäure stark angesäuerten Flüssigkeit gaben an Aether circa 0,01 g einer nach Benzoësäure riechenden organischen Säure ab; dieselbe sublimirte in Nadeln; auch gab deren Natronsalz mit Eisenchlorid einen fleischfarbigen Niederschlag, beides Eigenschaften, die mit Benzoësäure übereinstimmen. Indessen konnten die Reaktionen nur in sehr kleinem Maßstabe ausgeführt werden; ebenso konnte der Schmelzpunkt aus Mangel an Material nicht festgestellt werden.

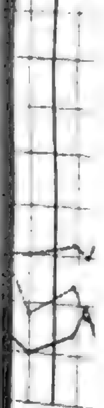
(den Diagrammen N°. 4

(bends 9 Uhr 0,5 ccm. T(

·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	9	·	0,5	·
·	9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·
·	½9	·	0,5	·

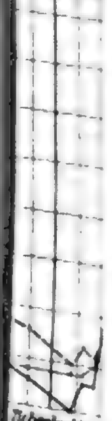
(den Diagrammen N°. 13
erhielten am 22. Juni
0,5 ccm. Tuberkulin.

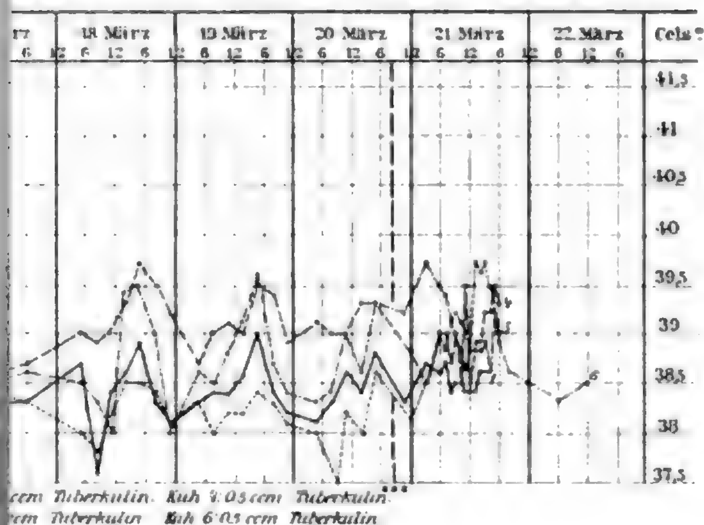




Tuberkulin

ägenemph



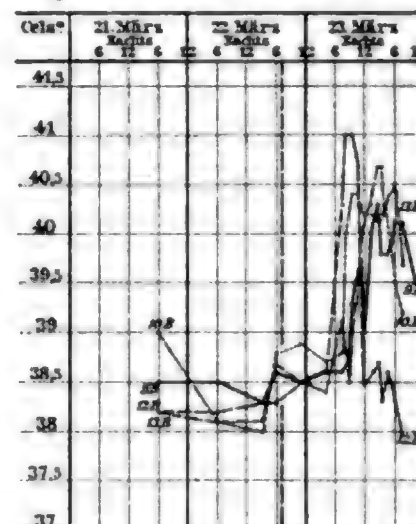


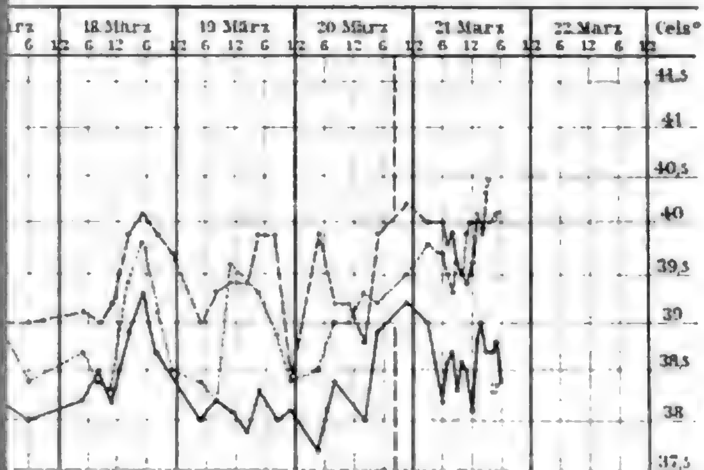
ccm Tuberkulin. Kuh 4: 0,5 ccm Tuberkulin.
ccm Tuberkulin. Kuh 6: 0,5 ccm Tuberkulin.

Temperaturkurven von 4 bei der Schlachtung als tuberkulös befundenen Kühen.

Die Reaktion war überall deutlich ausgeprägt.

Diagramm N° 21.



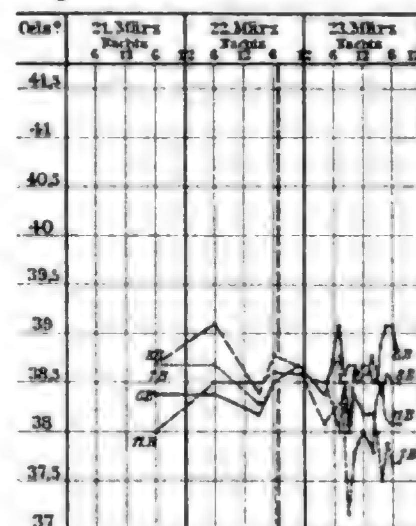


Tuberkulin. Kuh 8: 0,5 ccm Tuberkulin.

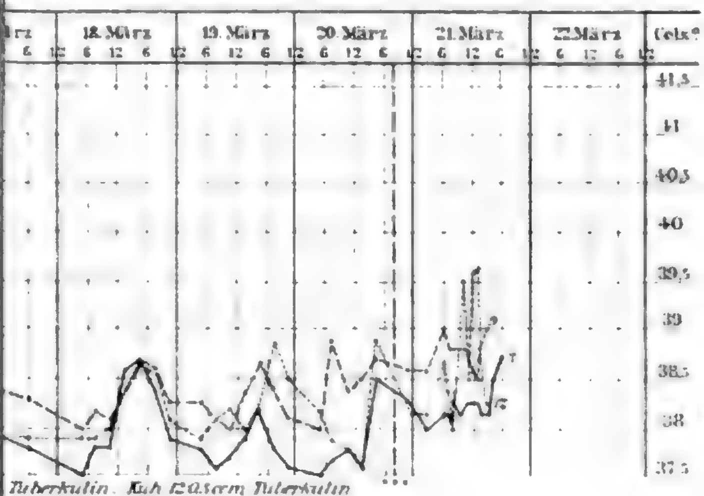
Temperaturkurven von 4 bei der Schlachtung als nicht tuberkulös befundenen Kühen.

Keine Reaktion.

Diagramm N° 22.



...genemphysem



Tuberkulin. Kuh 12: 0,5 ccm Tuberkulin.

Am 7 Oktober 1891 Abends 8 Uhr wurden jedem Versuchsthier 0,5 ccm Tuberkulin eingespritzt.

Diagramm № 23.

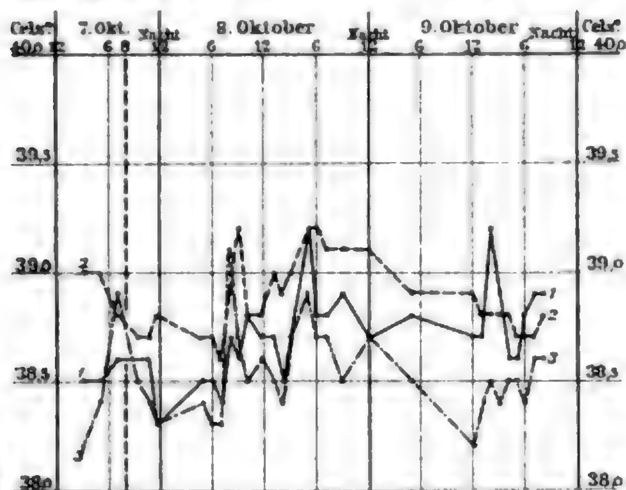


Diagramm № 24.

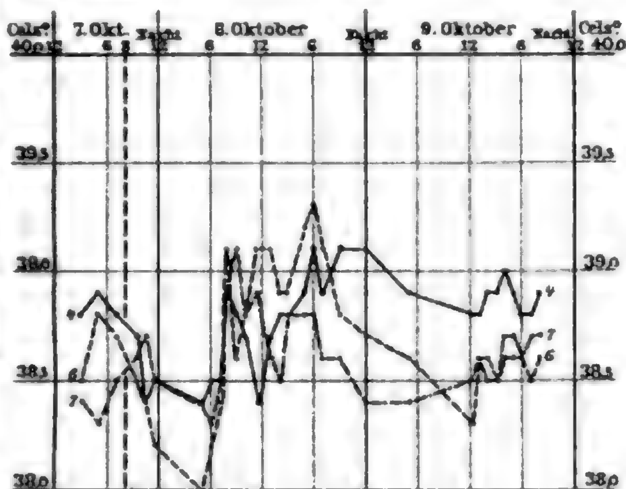


Diagramm № 25.

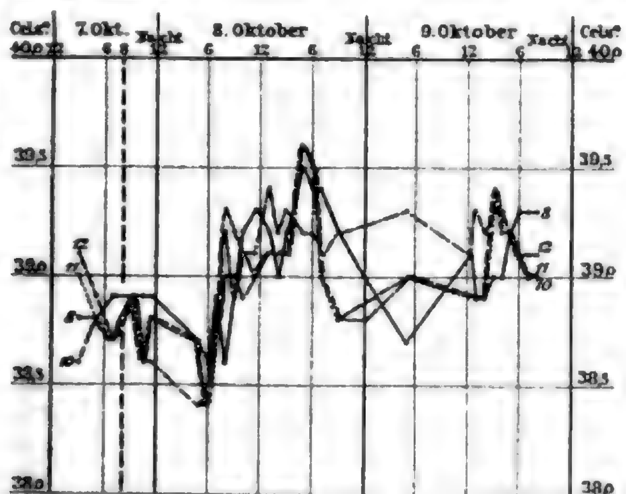


Diagramm № 26.

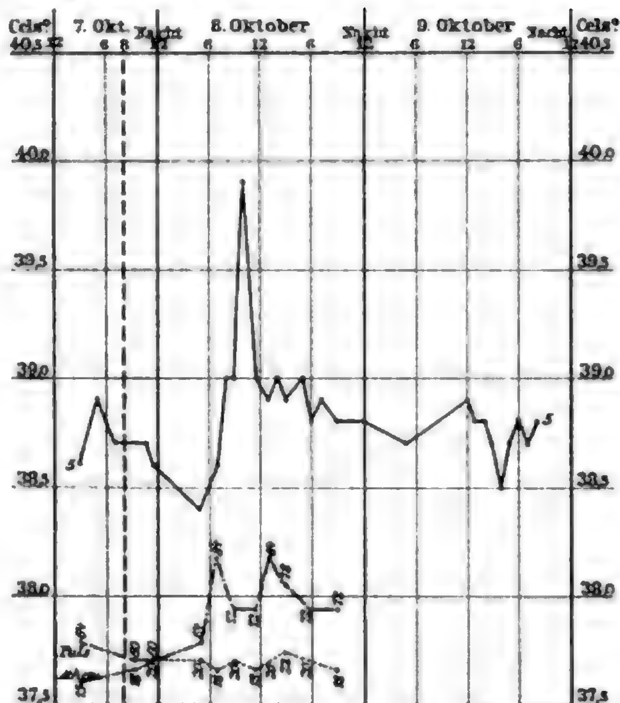
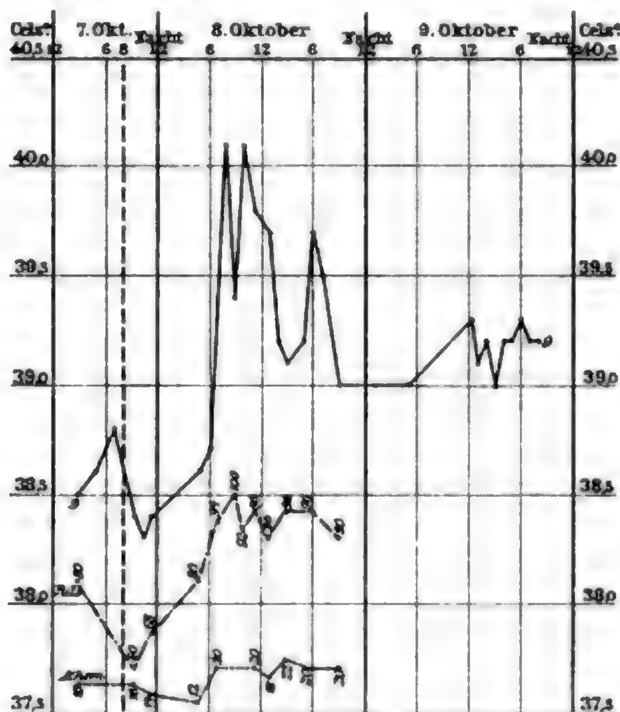


Diagramm № 27.



Verlag von Julius Springer in Berlin N.

P. Friedrich, Untersuchungen über den Vibrio Cholerae asiaticae u. s. w.

Fig. 1.

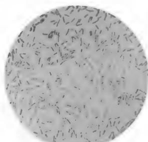


Fig. 2.

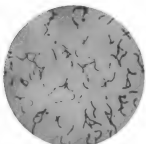


Fig. 3.

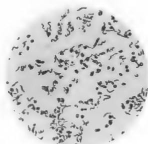


Fig. 4.

Fig. 5.

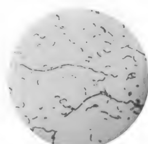


Fig. 6.

Fig. 1. **Kultur „Kalkutta".** 4 **Tage alte Gelatinekultur**, bei 20° C. gewachsen. **Vergr.** 1000 : 1.

Fig. 2. **Kultur „Shanghai".** 24stündige **Agarkultur** bei 37,5° C. gewachsen. **Vergr.** 1000 : 1.

Fig. 3. **Kultur V.** 2tägige **Agarkultur**, bei 37,5° C. gewachsen. 2. Gen. nach wiederholtem Gang durch den Thierkörper (Meerschweinchen).

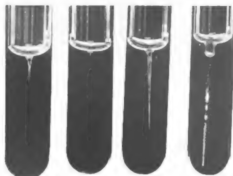
Fig. 4. **Kultur VIII.** 4 **Tage alte Kartoffelkultur**, bei 37,5° C. gewachsen. Vergr. 800 : 1.

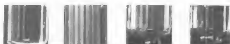
Fig. 5. } Fig. 6. } **Kultur VI.** 16stündige **Agarkultur**, bei 37,0° C. gewachsen. Rand der Kultur. Geschlängelte und gestreckte **Spirillen**. Vergr. 1000 : 1.

Photographische Aufnahme von Dr. P. Friedrich.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

1
2





P. Friedrich, Vergleichende Untersuchungen über den Vibrio Cholerae asiaticae u.s.w.

Fig 1

Fig 2

Fig 3

Fig 4

Fig. 5

Fig 6.

Wechsel der Pigmentbildung gleichaltriger (15tägiger) bei 37,5° angegangener Cholerakulturen von verschiedener Herkunft auf verschieden stark sauer reagirenden Kartoffeln (s. d. Text.)

Verlag von Julius Springer in Berlin. Lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller in Berlin S.

Digitized by Google

Ueber die Zusammensetzung der Trinkbranntweine.

Von

Dr. Karl Windisch,

Technischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Zweite Mittheilung.

3. Ueber ein allgemeines Verfahren zur Untersuchung der Trinkbranntweine im Kleinen und die nach demselben gewonnenen Ergebnisse bezüglich der Zusammensetzung von Cognak, Rum und Arak.

Da die Stoffe, welche den einzelnen Branntweinsorten ihren charakteristischen Geruch und Geschmack verleihen, meist nur in verhältnißmäßig kleinen Mengen in denselben vorkommen, so ist es zur Erlangung eines vollkommenen Einblicks in die Zusammensetzung der Branntweine erforderlich, eine größere Menge derselben (mehrere Hektoliter) nach dem S. 151 beschriebenen Verfahren zu untersuchen; die Untersuchung des Cognaks durch Ordonneau, Claudon und Morin (S. 183) geben ein gutes Beispiel für das einzuschlagende Verfahren ab.

Für eine ganze Anzahl von Branntweinen, und gerade diejenigen, welche ausnahmslos in dem Zustande genossen werden, wie sie in die Destillirvorlage fließen, sind derartige Untersuchungen bisher noch nicht angestellt worden. Zu diesen Branntweinen gehören Rum und Arak, deren Darstellung noch in vielen Punkten dunkel ist[1]), ferner Kirschbranntwein und Zwetschenbranntwein, die im Süden unseres Vaterlandes in Tausenden kleinster Brennereien mit den denkbar einfachsten Apparaten gewonnen werden. Der Cognak ist der einzige unter den feineren Branntweinen, dessen Zusammensetzung durch Versuche im Großen festgestellt worden ist.

Diese Branntweine gelangen meist in kleineren Mengen (³/₄ bis 1 Liter) in das Laboratorium, und es dürfte vielfach von Interesse sein, die Zusammensetzung derselben innerhalb der Grenzen der Möglichkeit zu ermitteln. An den Verfasser trat vor mehr denn 3 Jahren diese Aufgabe heran, und er hat dabei ein Untersuchungsverfahren angewandt, das sich bei zahlreichen, inzwischen angestellten Versuchen gut bewährt hat. Ein Theil der nach diesem Verfahren gewonnenen Ergebnisse ist bereits veröffentlicht worden[2]).

[1]) Eug. Sell, Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1891. 7. 210.

[2]) Eug. Sell, Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890. 6. 370; 1891. 7. 231 und 249.

Die älteren in der Literatur vorliegenden Untersuchungen von Branntweinen beschränkten sich auf die Bestimmung des spezifischen Gewichts, des Alkohols, des Extrakts und der Asche, sowie gegebenenfalls des Rohr- und Invertzuckergehalts. Später wurden von Einzelnen auch die freie Säure, die Ester, das Furfurol und die Basen, sowie beim Rum die Ameisensäure und beim Kirschbranntwein die Blausäure berücksichtigt; ganz neuerdings ist dann auch der Gehalt der feineren Branntweine an höheren Alkoholen ins Auge gefaßt worden.

Wie bereits S. 144 mitgetheilt, setzen sich die flüchtigen Bestandtheile der Branntweine neben Aethylalkohol und Wasser zusammen aus freien Fettsäuren, Fettsäureestern, Aldehyden, Alkoholen und Basen. Eine Trennung und Bestimmung dieser Stoffe im Kleinen ist nur soweit möglich, als sie durch chemische Hülfsmittel bewerkstelligt werden kann, da die fraktionirte Destillation bei so kleinen Mengen nicht zum Ziele führt; daher können nur die Glieder der freien Säuren und die Estersäuren im Einzelnen bestimmt werden, die Glieder der anderen Körperklassen aber nur im Ganzen.

Die Bestimmung der Gesammtsäure der Branntweine geschieht durch Titration mit Kali; ist der Branntwein gefärbt, so destillirt man denselben, bis alle Säure übergegangen ist, und titrirt das Destillat. Hierbei ist zu beachten, daß die freien Säuren nur langsam destilliren. E. Kissel[1]), G. Merz[2]), L. Weigert[3]), C. H. Wolff[4]) und viele Andere destilliren daher bei der Bestimmung der flüchtigen Säure in Wein und Bier bis zu einem kleinen Rückstand, lassen dann erkalten, setzen Wasser zu, destilliren wieder bis zu einem kleinen Rückstand, wiederholen dies noch zweimal und titriren das gesammte Destillat; B. Landmann[5]) destillirt im Wasserdampfstrom und titrirt das Destillat.

E. Duclaux[6]) prüfte das Verhalten verdünnter wässeriger Säurelösungen bei der Destillation mit folgendem Ergebniß. Destillirt man von verdünnten wässerigen Säurelösungen mit verschiedenem Säuregehalt ein bestimmtes Volum ab, so steht der Säuregehalt des Destillats stets in demselben Verhältniß zu dem Gesammtsäuregehalt der Flüssigkeit. Nimmt die Menge der Destillate in arithmetischer Reihe zu, so nimmt der Säuregehalt derselben in geometrischer Reihe ab; das Progressionsverhältniß ist je nach der Art der Säure verschieden und nimmt mit steigendem Kohlenstoffgehalt der Fettsäure ab. Wird ein Gemisch verschiedener Säuren destillirt, so destillirt jede als wenn sie allein wäre. Wenn man daher stets ein bestimmtes Volum einer wässerigen Säurelösung abdestillirt und das Destillat titrirt, kann man den Gesammtsäuregehalt berechnen, wenn die Säure einheitlich ist; da letzteres bei den Branntweinen annähernd der Fall ist (die Säure derselben besteht zum großen Theil aus Essigsäure), so kann das Verfahren auf Branntwein Anwendung finden; von Seiten H. W. Wiley's[7]) ist

[1]) Zeitschr. analyt. Chemie 1869. 8. 416.
[2]) Journ. prakt. Chemie 1867. 101. 301; Zeitschr. analyt. Chemie 1868. 7. 275.
[3]) Zeitschr. analyt. Chemie 1879. 18. 207.
[4]) Repert. analyt. Chemie 1881. 1. 213.
[5]) Zeitschr. analyt. Chemie 1883. 22. 516.
[6]) Compt. rend. 1874. 78. 951, 1159 und 1160; Annal. chim. phys. [5]. 1874. 2. 233 und 289; 3. 108.
[7]) Chem. News 1886. 54. 34.

dies thatsächlich geschehen. Jedenfalls muß man hierbei aber stets genau die gleichen Verhältnisse einhalten, wenn man übereinstimmende Ergebnisse erhalten will.

Die Bestimmung der Ester wurde in der Weise ausgeführt, daß der Branntwein mit einer gemessenen Menge titrirter Barytlauge oder Kalilauge in einer Druckflasche erhitzt und das nicht zur Verseifung gebrauchte Baryumhydrat bezw. Kaliumhydrat zurücktitrirt wurde; M. Berthelot und Péan de Saint-Gilles[1]), Feldhaus[2]), M. Berthelot[3]), J. A. Wanklyn[4]), A. Dupré[5]) und viele Andere wandten dieses Verfahren an. Nach Berthelot hängt die Menge der in Ester verwandelten Säure nur von der Menge des Alkohols und des Wassers in den Branntweinen ab; bei Anwesenheit von 60% Alkohol und 40% Wasser werden $66^2/_3$% der vorhandenen Säure in Ester übergeführt, bei 50% Alkohol und 50% Wasser 56% und bei 40% Alkohol und 60% Wasser 45% der Säure in Ester verwandelt. Die Esterbildung geht langsam vor sich und ist erst nach mehrjähriger Lagerung beendet; nach dieser Zeit kann man daher aus der Menge der freien Säuren auf diejenige der Ester schließen. Die diesseitigen Untersuchungen haben indeß diese Angaben nicht bestätigt.

Die Bestimmung der Aldehyde wurde von E. Mohler[6]) und X. Rocques[7]) auf kolorimetrischem Wege bewerkstelligt, diejenige der höheren Alkohole von Br. Röse[8]), W. Fresenius[9]), A. Scala[10]) und E. Mansfeld[11]) nach dem Röse'schen Verfahren (von Fresenius auch durch Bestimmung der Steighöhe und der Tropfenzahl) und die Bestimmung der Basen von L. Lindet[12]) nach dem Verfahren von Kjeldahl.

In der neuesten Zeit sind mehrere Verfahren mitgetheilt worden, welche sich mit einer eingehenderen Prüfung der Branntweine befassen.

1. Verfahren von X. Rocques.[7]) Zur Unterscheidung echter Branntweine von den künstlich dargestellten destillirt Rocques 500 ccm Branntwein unter Benutzung eines Le Bel-Henninger'schen Kugelaufsatzes (S. 157) in der Weise, daß das Destillat tropfenweise überfließt, fängt das Destillat in 9 Theilen zu je 50 ccm auf und notirt die Temperaturen, zwischen denen die Destillate übergegangen sind. Mit den einzelnen Destillaten werden folgende Reaktionen gemacht. 1. Mit einer durch schweflige Säure entfärbten Fuchsinlösung (erhalten durch Mischen von 25 ccm 0,1 prozentiger Fuchsinlösung mit 15 ccm konzentrirter Natriumbisulfitlösung, 100 ccm Wasser und 5 ccm konzentrirter Schwefelsäure). 2 ccm dieser Lösung werden zu 5 ccm Destillat gesetzt und nach einer halben Stunde die Färbung beobachtet. 2. Mit essigsaurem

[1]) L'Institut 1862. 110.

[2]) Zeitschr. analyt. Chemie 1862. 1. 560.

[3]) Annal. chim. phys. [3]. 1863. 68. 362; Compt. rend. 1863. 56. 180 und 871; 57. 231, 287 und 983; 1864. 58. 77.

[4]) Journ. Chem. Soc. [2]. 1867. 5. 170; Chem. News 1872. 26. 134.

[5]) Journ. Chem. Soc. [2]. 1867. 5. 493; Chem. News 1872. 26. 168, 178, 192 und 239.

[6]) Compt. rend. 1891. 112. 53.

[7]) Bull. soc. chim. [2]. 1888. 50. 157.

[8]) Zeitschr. angewandte Chemie 1888. 382.

[9]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 283.

[10]) Gazz. chim. ital. 1891. 21. 396; Il Rhum e le sue falsificazioni. Ricerche di Alberto Scala. Roma 1890; Bulletino della Reale Accademia Medica di Roma 1891. 17. 207.

[11]) Zeitschr. allgem. österr. Apoth.-Vereins 1891. 45. 21 und 41.

[12]) Compt. rend. 1888. 106. 280.

Anilin. Zu 5 ccm Destillat werden 5 Tropfen frisch destillirtes Anilin und 8 Tropfen Essigsäure gesetzt. 3. Mit konzentrirter Schwefelsäure. 10 ccm Destillat werden mit 10 ccm Schwefelsäuremonohydrat gemischt. 4. Mit Kaliumpermanganatlösung. 5 ccm Destillat werden mit 2 Tropfen der Lösung versetzt und die auftretende Reduktion nach einer halben Minute beobachtet. 5. Mit ammoniakalischer Silberlösung (erhalten durch Mischen von 2 Raumtheilen 5prozentiger Silbernitratlösung mit 1 Raumtheil Ammoniakflüssigkeit vom spezifischen Gewicht 0,92). 5 ccm Destillat werden mit 2 ccm der frisch bereiteten Lösung versetzt, das Röhrchen verschlossen und nach 24stündigem Stehen im Dunklen die Silberabscheidung beobachtet. Die Ergebnisse dieser Proben werden graphisch aufgezeichnet, indem die Theildestillate als Abscissen und die Stärke der Reaktionen als Ordinaten in ein Koordinatensystem eingetragen werden. Man erhält auf diese Weise für jeden Branntwein fünf Kurven, deren Verlauf für jede Branntweinsorte charakteristisch sein soll. Außerdem bestimmt Rocques noch das Furfurol auf kolorimetrischem Wege, indem er die Reaktion des Branntweindestillats mit essigsaurem Anilin mit derjenigen vergleicht, welche Furfurollösungen von bekanntem Gehalt geben.

2. Verfahren von A. Scala.[1]) Zur Bestimmung der Gesammtester werden 25 ccm Branntwein mit Kali genau neutralisirt, mit einem Ueberschuß von Normalkali versetzt und eine halbe Stunde am Rückflußkühler im Wasserbade erhitzt; das nicht zur Verseifung der Ester verbrauchte Kali wird mit Normalsäure zurücktitrirt. Daß eine Verseifung unter Druck nicht erforderlich ist, ergiebt sich aus folgenden Versuchen mit gewogenen Mengen Essigsäure- und Buttersäureäthylester:

Angewandt:	0,1821	0,2438	0,3661	0,2566 g	Essigsäureäthylester,
Gefunden:	0,1760	0,2464	0,3696	0,2559 g	"
Angewandt:	0,1856	0,2670	0,2369 g	Buttersäureäthylester,	
Gefunden:	0,1856	0,2668	0,2360 g	"	

Zur Bestimmung des Ameisensäureäthylesters neutralisirt Scala 100 ccm Branntwein mit Kali, destillirt, verseift das Destillat am Rückflußkühler, neutralisirt mit Essigsäure, versetzt mit Quecksilberchloridlösung und erhitzt zwei Stunden auf dem Wasserbade; das abgeschiedene Quecksilberchlorür wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und gewogen. Daß die Gegenwart von Alkohol und ätherischen Oelen bei der Ameisensäurebestimmung nicht schadet, ergiebt sich aus folgenden Versuchen mit gewogenen Mengen Ameisensäure unter Zusatz von Alkohol und Zimmetöl.

Angewandt:	0,1023	0,0890	0,0824	0,0402	0,0462	0,0471	0,0931 g	Ameisensäure,
Gefunden:	0,1007	0,0912	0,0836	0,0417	0,0471	0,0492	0,0948 g	"

3. Verfahren von E. Mohler.[2]) Die Bestimmung der Ester geschieht durch Verseifen von 100 ccm destillirten Branntweins mit $^{1}/_{10}$-Normalkali und Zurücktitriren des nicht verbrauchten Kalis; die Ester werden als Aethylacetat berechnet.

---

[1]) Gazz. chim. ital. 1891. 21. 396; Il Rhum e le sue falsificazioni. Ricerche di Alberto Scala. Roma 1890.

[2]) Compt. rend. 1891. 112. 53.

Die Bestimmung des Aldehyds wird kolorimetrisch mit Hilfe von Schwefligsäure-Fuchsinlösung ausgeführt; der Branntwein und die Vergleichsaldehydlösung müssen auf denselben Alkoholgehalt (50%) gebracht werden. Furfurol wird mit Hilfe von essigsaurem Anilin kolorimetrisch bestimmt.

Die höheren Alkohole werden durch die Schwefelsäurereaktion kolorimetrisch bestimmt. Zur Entfernung der Aldehyde werden 100 ccm Branntweindestillat mit 1 ccm Anilin und 1 ccm Phosphorsäurelösung eine Stunde am Rückflußkühler gekocht und dann im Salzbade zur Trockne destillirt; die Aldehyde sollen hierdurch im Rückstand gehalten werden. Als Vergleichsflüssigkeit für die Schwefelsäurereaktion dient eine Lösung von Isobutylalkohol.

Von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Branntweine bestimmt Mohler einerseits die Ammoniumsalze und Amide, andererseits die Pyridinbasen und Alkaloide, beide in Form von Ammoniak. 100 ccm Branntwein werden mit 2 ccm Phosphorsäurelösung versetzt, der Alkohol verdampft, der Rückstand mit 1 Liter Wasser verdünnt, mit 10 g Natriumkarbonat versetzt und destillirt. Dann wird Kaliumpermanganat und Kali zu dem Rückstand gesetzt, die Vorlage gewechselt und weiter destillirt. In beiden Destillaten wird das Ammoniak kolorimetrisch mit Neßler's Reagens bestimmt.

4. Verfahren von J. Bell.[1]) Zur Bestimmung der freien Säuren werden 50 ccm Branntwein zur Trockene destillirt, das Destillat mit $^1/_{10}$-Normalbarytlauge titrirt, die Baryumsalze in einer Platinschale eingedampft und gewogen. Dann werden die Salze in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt, das entstandene Baryumsulfat zur Trockne verdampft, geglüht und gewogen.

Zur Bestimmung der Ester werden 50 ccm Branntwein neutralisirt und dann destillirt, indem man die ersten 30 und die letzten 20 ccm gesondert auffängt. Beide Theildestillate werden mit einer überschüssigen Menge $^1/_{10}$-Normalbarytlauge im Druckfläschchen verseift und das nicht zur Verseifung gebrauchte Baryumhydrat mit $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure zurücktitrirt. Sind keine Ester höherer Säuren vorhanden, so sind $^9/_{10}$ aller Ester in den ersten 30 ccm Destillat enthalten, anderenfalls nur $^2/_3$ bis $^3/_4$. Durch Filtration trennt man die Baryumsalze der Estersäuren von dem Baryumsulfat und behandelt sie wie die der freien Säuren. Zur Trennung der Estersäuren werden 200 bis 500 ccm Branntwein verseift und die Estersäuren der partiellen Sättigung und Destillation nach J. Liebig (S. 160) unterworfen.

Die Bestimmung der höheren Alkohole führt Bell nach dem Verfahren von L. Marquardt[2]) aus. 100 ccm Branntwein werden mit Wasser bis zum spezifischen Gewicht 0,979 verdünnt und dreimal mit je 35 ccm Chloroform kräftig ausgeschüttelt; die Chloroformauszüge werden dreimal mit dem gleichen Volum Wasser geschüttelt, mit Kaliumpermanganatlösung und verdünnter Schwefelsäure versetzt und in einer Druckflasche mehrere Tage unter häufigem Umschütteln auf etwa 27° C. gehalten. Dann wird das überschüssige Kaliumpermanganat durch schweflige Säure zersetzt, die Mischung mit Natronlauge alkalisch gemacht und das Chloroform mehrmals mit Wasser ausgeschüttelt. Die wässerige Lösung der Natriumsalze, welche neben den durch Oxydation

[1]) Analyst 1891. **16.** 171.

[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1882. **15.** 1370 und 1661.

der höheren Alkohole entstandenen Fettsäuren auch Salzsäure (durch Oxydation des Chloroforms entstanden) enthält, wird nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure mit Silbersulfat versetzt und die Silbersalze der Fettsäuren von dem unlöslichen Chlorsilber durch Filtriren getrennt. Die Silbersalze werden durch Schwefelsäure zerlegt, die Fettsäuren abdestillirt, mit Barymhydrat neutralisirt und die Barymsalze wie vorher behandelt.

Verfahren zur Untersuchung der Branntweine.

Vorversuche, welche man mit mehreren Rumproben angestellt hatte, ergaben, daß man auf folgende flüchtige Stoffe Rücksicht zu nehmen hatte: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, höhere, in Wasser unlösliche Fettsäuren, die Ester dieser Säuren, Aldehyd, Furfurol, Basen und höhere Alkohole.

Grundzüge des Verfahrens.

Die höheren Fettsäuren wurden mit Aether ausgeschüttelt, der Aether verdunstet, die zurückbleibenden Fettsäuren getrocknet und gewogen.

Die Anwesenheit höherer Fettsäuren, sowohl in freiem Zustand als auch in Esterform, in verschiedenen Branntweinen, insbesondere dem Wein- und Rübenbranntwein, ist, wie aus dem Früheren ersichtlich, schon lange bekannt. Bei der Untersuchung der Branntweine im Kleinen sind dieselben bisher völlig übersehen worden; wenigstens wird ihrer nirgends Erwähnung gethan. Während ihre Menge im Kartoffel- und auch im Kornbranntwein so klein ist, daß sie zwar noch nachweisbar, aber nicht mehr bestimmbar sind, kann man sie im Cognak, Rum, Arak und anderen Branntweinen sehr leicht durch Ausschütteln mit Aether bestimmen.

Daß im Rum höhere Fettsäuren enthalten sind, ist von V. Marcano[1]) durch Versuche im Großen dargethan worden; er hat aber die Natur dieser Fettsäuren nicht näher festgestellt. Der Verfasser versuchte durch die Prüfung der aus allen untersuchten Rumproben gewonnenen Fettsäuren die Natur derselben klar zu legen. Zu dem Zwecke wurden die mit Aether ausgeschüttelten Fettsäuren aus sämmtlichen Rumproben nach dem Wägen in Alkohol gelöst, mit Natriumhydrat neutralisirt, der Alkohol verdampft und durch Zusatz von Schwefelsäure die Fettsäuren als gelbe Fettmasse abgeschieden. Zur Reinigung wurden letztere mit Wasserdampf überdestillirt, das Destillat mit Aether ausgeschüttelt und der Aether verdunstet; die Fettsäuren hinterblieben als gelblich-weiße Masse, welche bei etwa 24° schmolz. Nach dem Auflösen der Säuren in Alkohol wurden sie mit Barymhydrat gesättigt und die Barymsalze eingedampft. Die Analyse der letzteren ergab in Uebereinstimmung mit dem hohen Schmelzpunkt des Fettsäuregemischs (24°), daß dasselbe zu 80 bis 90 Prozent aus Kaprinsäure bestand. Die höheren Fettsäuren sind daher in der Folge als „Kaprinsäure" aufgeführt.

Während die Fettsäuren des Araks dieselbe Zusammensetzung wie diejenigen des Rums haben, enthält der Cognak neben viel Kaprinsäure baträchtliche Mengen (30 bis 40 Prozent und mitunter noch mehr) niedere Säuren, besonders Kaprylsäure; die höheren Säuren des Cognaks sind dementsprechend bei gewöhnlicher Temperatur meist flüssig.

[1]) Compt. rend. 1889. **108**. 955.

Die Ameisensäure wurde zuerst nach dem Verfahren von **Portes** und **Ruyssen** (S. 162) durch Reduktion von Quecksilberchlorid zu Quecksilberchlorür bestimmt. Man neutralisirte die Säuren mit $^1/_{10}$-Normalkali, engte die Lösung ein, versetzte sie mit einer Lösung, welche im Liter 50 g Quecksilberchlorid und 27,5 g Natriumacetat enthielt, und erwärmte 2 Stunden auf dem Wasserbade. Unter deutlich wahrnehmbarer Kohlensäureentwicklung tritt bei Anwesenheit von Ameisensäure zunächst eine Trübung ein, und dann setzt sich das abgeschiedene Quecksilberchlorür als schweres weißes Pulver auf dem Boden des Glases ab; dasselbe wird auf gewogenem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Mehrfach wurde auch eine abgemessene Menge $^1/_{10}$-Normal-Quecksilberchloridlösung zugefügt, nach Beendigung der Reaktion das Quecksilberchlorür abfiltrirt und im Filtrat das überschüssige Quecksilberchlorid mit $^1/_{10}$-Normal-Jodkaliumlösung zurücktitrirt.

Das Wägeverfahren wurde indeß als zweckmäßiger befunden.

Der Vorgang dieser Reaktion wird durch folgende Gleichung versinnbildlicht:

$$HCOOH + 2HgCl_2 = Hg_2Cl_2 + 2HCl + CO_2.$$

a g Kalomel entsprechen daher 0,0976 . a g Ameisensäure. Da die bei der Reaktion entstehende Salzsäure dem Fortgange derselben hinderlich sein würde, ist der Zusatz von essigsaurem Natron erforderlich; dasselbe neutralisirt die Salzsäure, es entsteht Chlornatrium und freie Essigsäure, welche nicht schadet. Man machte dabei die Beobachtung, daß beim Zusammenbringen von Natriumacetat und Sublimat ein weißer Niederschlag entstand, der Ameisensäure vortäuschen konnte. Man stellte daher das Gemisch in größerer Menge (3 l) dar und filtrirte dasselbe; nach einigem Stehen setzte es wiederum einen weißen Bodensatz ab, aber die darüberstehende Flüssigkeit war klar und blieb es auch bei zweistündigem Erhitzen. Die Mischung war nunmehr zur Bestimmung der Ameisensäure vorzüglich geeignet.

Späterhin verließ man dieses Verfahren zu Gunsten des von **D. S. Macnair** (S. 163) beschriebenen, weil bei letzterem an die Ameisensäurebestimmung sofort die Buttersäurebestimmung sich anschließen kann. Dasselbe beruht auf der Oxydation der Ameisensäure durch eine Chromsäuremischung, welche in einem Liter 92 g Kaliumbichromat und 414 g konzentrirte Schwefelsäure enthält. Man kocht die Lösung der fettsauren Salze mit dem gleichen Raumtheil der Oxydationsmischung 10 Minuten am Rückflußkühler, wodurch die Ameisensäure vollständig zu Kohlensäure oxydirt wird. Man destillirt dann die flüchtigen Säuren mit Wasserdampf über und titrirt das Destillat. Der Unterschied der zur Sättigung verbrauchten Alkalimengen vor und nach der Oxydation ist auf Rechnung der Ameisensäure zu setzen.

Hierbei sind besonders zwei Punkte zu berücksichtigen. 1. Man muß Sorge tragen, daß das Volum der Mischung von Salzlösung und Oxydationsmischung während der Destillation der Säuren stets möglichst konstant bleibt; durch geeignete Regelung des Wasserdampfstroms und der Flamme unter dem Kochkolben läßt sich dies sehr leicht erreichen. Wird nämlich die Oxydationsmischung konzentrirter, so muß man befürchten, daß auch die anderen Säuren zum Theil oxydirt werden. 2. Destillirt man eine Chromsäuremischung für sich durch eingeleiteten Wasserdampf, so reagirt das Destillat

stets sauer und verbraucht auf 100 ccm 0,2 bis 0,4 ccm $^1/_{10}$-Normalkali zur Sättigung. Man konnte kein Kaliumbichromat beschaffen, welches ein neutrales Destillat geliefert hätte; sonst tadellose, prachtvoll krystallisirte Präparate gaben stets ein saures Destillat. Selbst nachdem man mehrere Liter Wasser durchdestillirt hatte, war das folgende Destillat immer noch sauer. Diese „Destillationssäure“ war, wie man sich überzeugte, Essigsäure; dieselbe muß bei den Ameisensäurebestimmungen berücksichtigt werden. Man stellt mehrere Liter der Oxydationsmischung dar und bestimmt die „Destillationssäure“ durch mehrere blinde Versuche; arbeitet man nachher genau in der gleichen Weise, so bleibt dieselbe sich immer gleich.

Zur Bestimmung der Buttersäure werden die freien Säuren nach der Zerstörung der Ameisensäure in die Baryumsalze verwandelt, letztere getrocknet, fein gepulvert, mit absolutem Alkohol versetzt, $^1/_2$ Stunde am Rückflußkühler gekocht, auf 30° abgekühlt und bei dieser Temperatur filtrirt. Man berechnet die zuzusetzenden Mengen Alkohol so, daß er die gesammte Menge der Baryumsalze lösen würde, wenn sie aus reinem buttersauren Baryum beständen. Das Filtrat wird eingedampft, getrocknet und gewogen. Hat man den zugesetzten bezw. den abfiltrirten Alkohol gewogen und die Filtration genau bei 30° vorgenommen, so kann man den Gehalt des Trockenrückstands des alkoholischen Filtrats an essigsaurem und buttersaurem Baryum berechnen, da die Löslichkeitsverhältnisse dieser Salze in absolutem Alkohol unter diesen Umständen durch die Untersuchungen von E. Luck (S. 161) bekannt sind. Man zog es aber vor, den Baryumgehalt der alkohollöslichen Salze zu bestimmen.

Wenn nur zwei Salze vorhanden sind, kann man aus dem Baryumgehalt des Gemisches die beiden Bestandtheile mit Sicherheit bestimmen. Dies trifft für die vorliegende Salzmischung zu: sie besteht ausschließlich aus buttersaurem und essigsaurem Baryum, wie aus den folgenden Darlegungen ersichtlich ist. Die höheren Fettsäuren von der Kapronsäure aufwärts sind vorher durch Ausschütteln mit Aether entfernt worden. Baldriansäure scheint nur in Ausnahmefällen und dann nur in sehr kleiner Menge in Branntweinen vorzukommen; dem Verfasser ist sie bei seinen zahlreichen Untersuchungen nie vorgekommen, obwohl sie sich selbst in Spuren durch ihren Geruch kenntlich gemacht hätte. Propionsäure ist bisher in Branntweinen noch nicht mit Sicherheit dargethan worden, und die Ameisensäure ist vorher zerstört worden. Es bleiben daher nur Essigsäure und Buttersäure übrig, und diese sind thatsächlich in fast allen Branntweinen vorhanden, sei es in freiem Zustand, sei es als Ester. Ihre Bestimmung kann daher nach dem mitgetheilten Verfahren mit Sicherheit ausgeführt werden.

Das von dem absoluten Alkohol nicht gelöste Salz ist reines essigsaures Baryum.

Die Bestimmung der Estersäuren schließt sich derjenigen der freien Säuren genau an: man verseift die Ester und verarbeitet die entstandenen Kalisalze wie diejenigen der freien Säuren.

Ausführung des Verfahrens.

1. Bestimmung der freien höheren, in Wasser unlöslichen Fettsäuren. 500 ccm Branntwein werden in einem Meßkolben bei 15,5° C. abgemessen (bei dem sogenannten „Original-Rum und -Arak“ genügen meist 250 ccm) und, sofern der

Branntwein gefärbt ist (Cognak, Rum u. s. w.), destillirt, bis aller Alkohol übergegangen ist. Letzteres erkennt man an dem Verschwinden der Schlieren in der Kugel des Destillationsaufsatzes und der Perlenbildung im Kühlrohr; als Vorlage dient der Kolben, in dem der Branntwein abgemessen worden ist. Mit dem Alkohol ist ein Theil der freien Säure überdestillirt, die größere Menge bleibt dagegen im Destillationsrückstand. Nachdem die Vorlage gewechselt ist, wird weiter destillirt, indem man Wasserdampf einleitet und durch Erwärmen des Destillirkolbens dafür Sorge trägt, daß sich in demselben nicht zu viel Wasser kondensirt; man setzt die Destillation fort, bis das Uebergehende nicht mehr sauer reagirt.

Zu dem sauren Alkoholdestillat hat man inzwischen ein wenig festes Phenolphtaleïn gesetzt und die freie Säure mit Kali genau neutralisirt. Nunmehr wird destillirt; der Alkohol destillirt mit den Estern über, und im Rückstand bleiben die Kalisalze der freien Säuren. Man säuert den Rückstand mit wenig Schwefelsäure an und destillirt die flüchtigen Säuren mit Wasserdampf über; als Vorlage dient der Kolben mit den vorher abdestillirten freien Säuren. Nach Beendigung der Destillation ist die Gesammtmenge der freien Säuren in der Vorlage vereinigt.

Die Anwesenheit der höheren Fettsäuren gibt sich hierbei mit größter Schärfe zu erkennen. Sind sie in größerer Menge vorhanden, so schwimmen sie als Oeltropfen, welche allmählich erstarren, auf dem Destillat; da sie zum größten Theil am Anfang der Destillation übergehen, ist das Destillat zuerst durch die höheren Fettsäuren trüb und opalisirend, während zahlreiche Oeltröpfchen auf der Oberfläche schwimmen. Spuren höherer Fettsäuren geben sich im Kühlrohr zu erkennen; da, wo die Wasserdämpfe sich kondensiren, bilden sie einen dünnen, fettigen Beschlag, der von dem nachfließenden Wasser bruchstückweise in die Vorlage befördert wird. Auf dem Destillat schwimmen die festen Fettsäuren in Form kleiner Fettflitterchen oder einer zusammenhängenden Haut.

Zur Bestimmung der höheren Fettsäuren wird das saure Destillat in einem Scheidetrichter 3 bis 4 Mal mit Aether ausgeschüttelt und die Aetherauszüge in einem kleinen Scheidetrichter gesammelt; behufs Entfernung und Wiedergewinnung etwa mit aufgenommener niederer Fettsäuren (namentlich Buttersäure) werden die vereinigten Aetherauszüge mit wenig Wasser geschüttelt und letzteres zu der wässerigen Säurelösung gefügt. Die ätherische Lösung wird in ein gewogenes Wägeglas (mit eingeschliffenem Stopfen) übergeführt, der Aether bei 20° verdunstet, die zurückbleibenden Säuren über Schwefelsäure im Exsiccator getrocknet und gewogen.

2. Bestimmung der Ameisensäure. Die wässerige Säurelösung von 1) wird mit Phenolphtaleïn versetzt und mit $^{1}/_{10}$-Normalkali titrirt, darauf deutlich alkalisch gemacht und in dem Kolben bis auf etwa 100 ccm eingekocht. Dann bringt man die Lösung der Kalisalze in eine Porzellanschale, dampft auf dem Wasserbad auf 20 ccm ein und filtrirt in ein 50 ccm Kölbchen, das man durch Nachwaschen bis zur Marke füllt. Der Inhalt des Kölbchens wird in einen Destillirkolben gegossen, ersteres mit 10 ccm Wasser nachgewaschen und mit 60 ccm der vorher (S. 263) mitgetheilten Chromsäureoxydationsmischung versetzt; zum Abmessen der letzteren bedient man sich des Kölbchens, in dem die Kalisalze sich befanden. Das Gemisch wird 10 Minuten am Rückflußkühler gekocht und dann durch Einleiten von Wasserdampf destillirt. Man trägt Sorge, daß

das Volumen der Oxydationsmischung unverändert bleibt, unterbricht die Destillation, wenn 400 ccm Flüssigkeit übergegangen sind und titrirt das Destillat mit $^1/_{10}$-Normalkali. Der Unterschied der zur Sättigung verbrauchten Kalimengen vor und nach der Oxydation mit Berücksichtigung der vorher mehrmals zu bestimmenden „Destillationssäure" wird auf Ameisensäure berechnet.

3. Bestimmung der Buttersäure. Die ameisensäurefreien Kalisalze von 2) werden eingeengt, mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und die freien Fettsäuren mit Wasserdampf überdestillirt. Das Destillat (400 ccm) wird mit Barymhydratlösung gesättigt, die Barymsalze in dem Kolben auf 100 ccm eingedampft, in eine Porzellanschale übergeführt, auf 30 ccm eingeengt, in eine gewogene Platinschale filtrirt, auf dem Wasserbade eingedampft, im Trockenschrank und im Exsiccator getrocknet und gewogen. Die trockenen Barymsalze werden mit einem Spaten zusammengekratzt und mit einem Achatpistill in der Platinschale zu einem feinen Pulver zerrieben. Je nach der gewonnenen Menge der Barymsalze werden 0,1 bis 0,3 g derselben zu einer Barymbestimmung verwandt; man wägt die Salze in einem Platintiegel ab, fügt einige Tropfen konzentrirte Schwefelsäure zu, raucht die überschüssige Säure ab, glüht und wägt das entstandene Barymsulfat.

Den Rest der Barymsalze wägt man in einen Erlenmeyerkolben und setzt soviel absoluten Alkohol hinzu, daß er die Gesammtmenge der Barymsalze lösen würde, wenn sie aus reinem buttersauren Barym beständen; die anzuwendende Menge Alkohol berechnet man nach den Angaben von E. Luck (S. 161). Das Gemisch wird $^1/_2$ Stunde am Rückflußkühler lebhaft gekocht, dann auf etwa 25° bis 30° abgekühlt und in eine gewogene Platinschale filtrirt, indem man zuletzt mit wenig kaltem Alkohol nachwäscht. Der Alkohol löst verhältnißmäßig nur wenig von dem Salzgemisch auf, da dasselbe zum größten Theil aus dem in absolutem Alkohol schwer löslichen essigsauren Barym besteht. Das Filtrat wird vorsichtig bei 60° eingedampft, getrocknet und gewogen, dann mit Schwefelsäure versetzt, letztere abgeraucht und das entstandene Barymsulfat nach kurzem Glühen gewogen. Der Barymgehalt der gelösten Salze liegt stets zwischen demjenigen des essigsauren und buttersauren Baryms, und da nur diese beiden Säuren vorhanden sind, kann man das Verhältniß derselben in dem Salzgemisch genau berechnen. Der von dem absoluten Alkohol nicht gelöste Theil des Salzgemischs besteht in allen Fällen aus reinem essigsaurem Barym, dessen Analyse in der vorher beschriebenen Weise ausgeführt wird.

4. Bestimmung der freien Essigsäure. Die Essigsäure wird aus der Differenz berechnet. Von der zur Sättigung der gesammten Säuren (mit Ausschluß der höheren) gebrauchten Kalimenge wird die den ermittelten Mengen Ameisensäure und Buttersäure entsprechende Kalimenge abgezogen und der Unterschied auf Essigsäure berechnet.

5. Bestimmung der Ester. Dieselbe schließt sich derjenigen der freien Säuren genau an. Das bei 1) erhaltene Destillat, das außer den freien Säuren alle übrigen Bestandtheile der Branntweine enthält, wird zur Verseifung der Ester mit wenig überschüssigem Natriumhydrat $^1/_2$ Stunde am Rückflußkühler gekocht; ein größerer Ueberschuß an Alkali ist wegen der Einwirkung desselben auf die Aldehyde zu vermeiden. Der Alkohol wird abdestillirt, und im Rückstand hinterbleiben die Kalisalze der Estersäuren.

Dieselben werden mit Schwefelsäure zersetzt, die Fettsäuren abdestillirt und wie die freien Säuren behandelt. Die Fettsäuren werden auf Aethylester umgerechnet.

6. Bestimmung des Alkohols und des Fuselöls. In dem bei 5) erhaltenen, von Säuren und Estern befreiten Destillat wird der Alkohol pyknometrisch und das Fuselöl nach dem Röse'schen Verfahren bestimmt.

7. Bestimmung des spezifischen Gewichts. Sie wird mit Hilfe des Pyknometers mit engem Halse ausgeführt.

8. Bestimmung des Extrakts und der Asche. 50 ccm Branntwein werden in einer Weinextrakt-Platinschale[1]) eingedampft, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, gewogen, verascht und wieder gewogen.

9. Bestimmung des Invertzuckers und des Rohrzuckers. Ersterer wird gewichtsanalytisch nach dem Verfahren von F. Allihn[2]), letzterer nach der Inversion als Invertzucker nach demselben Verfahren bestimmt.

10. Bestimmung der Basen. Man kann nur das den Basen entsprechende Ammoniak bestimmen. 1 Liter Branntwein wird mit Schwefelsäure versetzt, abgedampft und in einem Kaliglaskolben mit 10 ccm konzentrirter Schwefelsäure bis zum Farbloswerden erhitzt. Dann macht man mit Natronlauge alkalisch, destillirt das entstandene Ammoniak ab und bestimmt dasselbe kolorimetrisch mit Neßler'schem Reagens oder, wenn es in größerer Menge gebildet worden ist, durch Titriren mit $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure.

Berechnung der Säuren und Ester.

Durch ein Beispiel möge die Berechnung der Säuren und Ester erläutert werden. Zur Sättigung der Estersäuren (mit Ausschluß der höheren Säuren, welche durch Ausschütteln mit Aether in Menge von 0,0281 g gewonnen wurden,) aus 250 ccm Jamaika-Rum wurden 123,3 ccm $^1/_{10}$-Normalkali verbraucht. Nach der Oxydation mit der Chromsäuremischung wurden zur Sättigung der Säuren 120,9 ccm $^1/_{10}$-Normalkali verbraucht; da die „Destillationssäure" 1,8 ccm $^1/_{10}$-Normalkali entsprach, sind 123,3 — 120,9 + 1,8 = 4,2 ccm $^1/_{10}$-Normalkali auf Rechnung der Ameisensäure zu setzen. Dieser Kalimenge entsprechen 0,0046 . 4,2 = 0,0193 g Ameisensäure und 0,031 g Ameisensäureäthylester. Die von Ameisensäure befreiten Säuren lieferten 1,5128 g Baryumsalze, welche nach der Analyse 53,24 Prozent Baryum enthielten. 1,1659 g der Baryumsalze wurden in fein gepulvertem Zustande mit 100 g absolutem Alkohol übergossen, $^1/_2$ Stunde am Rückflußkühler gekocht und dann bei 30° in eine gewogene Platinschale abfiltrirt. Die in Lösung gegangenen Baryumsalze wogen 0,0633 g und gaben 0,0487 g Baryumsulfat, entsprechend 45,35 Prozent Baryum. Das ungelöste Salz bestand aus reinem essigsaurem Baryum: 0,1662 g gaben 0,1518 g Baryumsulfat, entsprechend 53,72 Prozent Baryum (theoretisch 53,76 Prozent).

Da buttersaures Baryum 44,08, essigsaures Baryum 53,76 Prozent Baryum enthält, so besteht das vom Alkohol gelöste Salzgemisch mit 45,35 Prozent Baryum aus 87 Prozent buttersaurem und 13 Prozent essigsaurem Baryum, oder die 0,0633 g Baryumsalz sind

[1]) Vergl. E. Borgmann, Die Analyse des Weines. Wiesbaden 1884. S. 123.
[2]) Neue Zeitschr. Rübenzuckerindustrie 1879. 3. 230.

zusammengesetzt aus 0,0082 g essigsaurem und 0,0551 g buttersaurem Baryum. Das nicht vom Alkohol gelöste Baryumsalz war reines essigsaures Salz; daher bestand das mit Alkohol behandelte ursprüngliche Salzgemisch, das 1,1659 g wog, aus 1,1108 g = 95 Prozent essigsaurem Baryum und 0,0551 g = 5 Prozent buttersaurem Baryum.

Zur Berechnung des Gehaltes der ursprünglichen freien Säuren an Essigsäure und Buttersäure bedient man sich folgender Formel, deren Ableitung hier zu weit führen würde. Liegt ein Gemisch von Essigsäure und Buttersäure vor, welches bei der Neutralisation mit Baryumhydrat ein Salzgemisch mit a Prozent essigsaurem und (100—a) Prozent buttersaurem Baryum ergiebt, so sind in dem Säuregemisch

$$e = \frac{51{,}49 \cdot a}{60{,}85 - 0{,}0936 \cdot a} \text{ Prozent Essigsäure und}$$

$$b = 100 - e \text{ Prozent Buttersäure.}$$

log 51,49 ist gleich 1,71172.

Da in dem Beispiel das Baryumsalzgemisch a = 95 Prozent essigsaures Baryum enthält, so sind in dem ursprünglichen Säuregemisch 94,15 Prozent Essigsäure und 5,85 Prozent Buttersäure enthalten. Aus diesen Prozentzahlen e und b sind nunmehr die absoluten Gewichte der in dem Säuregemisch vorhandenen Essigsäure x und Buttersäure y zu berechnen. Bezeichnet man mit

e die Prozente Essigsäure in der Säurelösung, welche vorher berechnet wurden,
d die Anzahl ccm $^1/_{10}$-Normalkali, welche nach der Zerstörung der Ameisensäure zur Sättigung der Säuren erforderlich waren,
x die Gramme Essigsäure in der Säurelösung,
y die Gramme Buttersäure in der Säurelösung,

so ist $x = \frac{0{,}0000528 \cdot e \cdot d}{0{,}0028\, e + 0{,}6}$ g Essigsäure und $y = \frac{x\,(100 - e)}{e}$ g Buttersäure.

Da in dem Beispiel e = 94,15 und d = 120,9 ist, so erhält man

x = 0,6959 g Essigsäure und y = 0,0432 g Buttersäure.

Die Estersäuren aus 250 ccm Rum bestanden demnach aus:

0,0193 g Ameisensäure,	0,0432 g Buttersäure,
0,6959 g Essigsäure,	0,0281 g Kaprinsäure.

Diese Säuren werden dann auf die Aethylester und auf 100 ccm bezw. mit Hilfe des spezifischen Gewichts des Rums auf 100 g Rum umgerechnet.

Zur Vereinfachung der Berechnung der freien Säuren und Ester hat der Verfasser Formeln aufgestellt, in welche die Versuchszahlen nur eingesetzt werden müssen, um die Menge der Säuren und Ester zu ermitteln.

1. Berechnung der freien Säuren.

Es sei:

a die Anzahl ccm Branntwein, welche zur Untersuchung verwandt wurden, bei 15,5° C. abgemessen;
b die g freie Kaprinsäure, welche durch Aether ausgezogen und gewogen wurden;

c die Anzahl ccm $^1/_{10}$-Normalkali, welche zur Sättigung der freien Säuren mit Ausschluß der Kaprinsäure vor der Oxydation mit Chromsäuremischung verbraucht wurden;
d dasselbe wie c nach der Oxydation mit Chromsäuremischung;
e die Anzahl ccm $^1/_{10}$-Normalkali, welche zur Sättigung der „Destillationssäure" erforderlich sind (vorher zu bestimmen);
f die Prozente essigsaures Baryum in dem Baryumsalzgemisch der freien Säuren (durch Analyse des in Alkohol gelösten und des ungelösten Theils der Salze in der beschriebenen Weise zu bestimmen);
s das spezifische Gewicht des Branntweins bei 15,5° C.

Ferner:

x die g freie Ameisensäure,
y die g freie Essigsäure,
z die g freie Buttersäure,
u die g freie Kaprinsäure
} in 100 g Branntwein:

so ist

$$x = \frac{0{,}4589\,(c - d + e)}{a\,.\,s} \text{ g Ameisensäure,}$$

$$y = \frac{0{,}27187\,.\,f\,.\,d}{a\,.\,s\,.\,(36{,}51 + 0{,}088\,f)} \text{ g Essigsäure,}$$

$$z = \frac{0{,}32129\,d\,(100 - f)}{a\,.\,s\,.\,(36{,}51 + 0{,}088\,f)} \text{ g Buttersäure,}$$

$$u = 100\,.\,\frac{b}{a\,.\,s} \text{ g Kaprinsäure}$$

} in 100 g Branntwein;

log 0,4589 = 0,66172 — 1; log 0,27187 = 0,43436 — 1; log 0,32129 = 0,50690 — 1.

Nachdem y in der angegebenen Weise berechnet ist, kann man z auch nach der Formel berechnen:

$$z = 1{,}18178\,.\,y\,.\,\frac{100 - f}{f}.$$

log 1,18178 = 0,07254.

2. Berechnung der Ester.

a, b, c, d, e mögen dieselbe Bedeutung haben wie vorher, aber für die Estersäuren gelten; x_1, y_1, z_1, u_1 seien die g Ameisensäure-, Essigsäure-, Buttersäure- und Kaprinsäureester in 100 g Branntwein. Dann ist:

$$x_1 = \frac{0{,}7383\,(c - d + e)}{a\,.\,s} \text{ g Ameisensäureäthylester,}$$

$$y_1 = \frac{0{,}39877\,.\,f\,.\,d}{a\,.\,s\,.\,(36{,}51 + 0{,}088\,f)} \text{ g Essigsäureäthylester,}$$

$$z_1 = \frac{0{,}42353\,d\,(100 - f)}{a\,.\,s\,.\,(36{,}51 + 0{,}088\,f)} \text{ g Buttersäureäthylester,}$$

$$u_1 = 116{,}28\,.\,\frac{b}{a\,.\,s} \text{ g Kaprinsäureäthylester}$$

} in 100 g Branntwein;

log 0,7383 = 0,86823 — 1 log 0,39877 = 0,60073 — 1
log 0,42353 = 0,62688 — 1 log 116,28 = 2,06551.

Nachdem y_1 berechnet ist, kann z_1 auch nach der Formel berechnet werden:

$$z_1 = 1{,}06209 \cdot y_1 \cdot \frac{100 - f}{f}.$$

log 1,06209 = 0,02615.

Das beschriebene Verfahren ist von dem Verfasser auf die Untersuchung einer Reihe von Cognak-, Rum- und Arakproben angewandt worden; ferner wurden mehrere Proben von Kirsch-, Zwetschen-, Trester-, Hefen- und Kornbranntwein nach demselben untersucht. Dasselbe hat sich in allen Fällen gut bewährt, doch ist namentlich die Bestimmung der Zusammensetzung des Barymsalzgemischs ziemlich zeitraubend. Die zahlreichen Versuche des Verfassers haben nun gezeigt, daß man diese Zusammensetzung mit hinreichender Genauigkeit durch eine einfache Analyse bestimmen kann. Da reine trockene Barymsalze zur Untersuchung gelangen und die Analyse auf die denkbar einfachste Art ausgeführt wird (z. B. ohne Filtration und Veraschung des Filters), ist dieselbe in hohem Maße genau, zumal wenn man genügende Mengen Barymsalze gewonnen hat, um mehrere dg anwenden zu können. Da der Unterschied im Barymgehalt zwischen essigsaurem und buttersaurem Barym recht groß ist (ersteres enthält 53,76, letzteres 44,08 % Barym) und andererseits die Analyse der Gemenge sehr genau ist, kann man durch eine einfache Barymbestimmung die Zusammensetzung eines Gemisches dieser beiden Salze sehr genau bestimmen. Das Barymsalzgemisch des vorher angeführten Beispiels ergab z. B. bei der Analyse einen Barymgehalt von 53,24 %; nach der durch Behandeln mit Alkohol festgestellten Zusammensetzung kommen ihm 53,28 % Barym zu.

Aus den oben mitgetheilten Formeln ist ersichtlich, daß man den Prozentsatz f an essigsaurem Barym in dem Salzgemisch kennen muß. Zu seiner Bestimmung ermittelt man den Barymgehalt des Gemisches in der gewöhnlichen Weise durch Ueberführung in Barymsulfat im Platintiegel. Ist

h die zur Analyse verwandte Menge des Barymsalzgemisches in g,
i das daraus erhaltene Barymsulfat in g,

so ist der Prozentgehalt f des Gemisches an essigsaurem Barym:

$$f = 607{,}63 \cdot \frac{i}{h} - 455{,}37$$

log 607,63 = 2,78364.

Dieser Werth von f ist in die Formeln auf S. 269 einzusetzen.

Schließlich möge noch die Formel zur Berechnung des Barymgehalts eines Salzes aus dem erhaltenen Barymsulfat hier Platz finden. Hat man aus a g Barymsalz b g Barymsulfat gewonnen, so ist der Barymgehalt des Salzes:

$$\text{Prozente Barym} = 58{,}819 \cdot \frac{b}{a}$$

log 58,819 = 1,76952.

Die Zusammensetzung von Cognak, Rum und Arak.

Im Folgenden mögen zunächst die bis jetzt veröffentlichten Untersuchungen von Cognak, Rum und Arak zusammengestellt werden. Die Ergebnisse derselben sind in

Tabelle I (S. 289 bis 292) zusammengefaßt und alle Angaben in Gewichtsprozente (g Stoff in 100 g Branntwein) umgerechnet; nur bei einigen Untersuchungen, bei denen die Angabe des spezifischen Gewichts fehlte, mußte man die Bestandtheile durch g in 100 ccm ausdrücken. In der Tabelle II (S. 292 und 293) sind die von Eug. Sell[1]) veröffentlichten, nach dem beschriebenen Verfahren im Gesundheitsamte untersuchten Proben von Cognak, Rum und Arak enthalten.

Von anderen, auf die Zusammensetzung der drei genannten Branntweine bezüglichen Mittheilungen seien folgende erwähnt. Von den holländischen Nahrungsmitteluntersuchungs-Inspektoren[2]) wurden 9 Cognakproben geprüft; der Alkoholgehalt derselben war: a) 42,94, b) 42,60, c) 50,82, d) 52,00, e) 45,51, f) 45,41, g) 47,67, h) 46,02, i) 46,59 % (ob Gewichts- oder Raumprozente ist nicht angegeben). Der Trockenrückstand schwankte zwischen 0,083 (g) und 2,057 % (d), der Aschengehalt zwischen 0,008 (c) und 0,033 % (i). a, c, e, h waren mit Karamel gefärbt, die anderen 5 Proben mit Vanillin parfümirt; d enthielt Traubenzucker, alle Proben Spuren Fuselöl, keine Aldehyd. Weitere Angaben von F. Elsner[3]), O. Kaspar[4]), Langfurth[5]) und E. von Marx[6]) bringen bezüglich der Zusammensetzung des Cognaks nichts wesentlich Neues.

E. List[7]) fand 11 Rumproben, welche sehr sauer reagirten, stark ameisensäurehaltig.

Nr.	Bezugsort.	Säure als Essigsäure berechnet. g in 100 ccm	Ameisensäurereaktion mit Silbernitrat.
1	London	0,152	sehr stark
2	desgl.	0,064	stark
3	desgl.	0,073	desgl.
4	desgl.	0,085	desgl.
5	Würzburg	0,109	desgl.
6	Stuttgart	0,084	sehr stark
7	Mannheim	0,080	desgl.
8	London	0,106	stark
9	desgl.	0,104	desgl.
10	desgl.	0,075	sehr stark
11	desgl.	0,122	stark

Aus den Tabellen I und II (S. 289 bis 293) ist ersichtlich, daß die Zusammensetzung der feineren Branntweine eine ziemlich schwankende ist.

Enthalten Cognak, Rum und Arak Fuselöl?

Die Frage nach dem Fuselölgehalt der genannten Branntweine ist in dem Vorstehenden noch nicht berührt worden; da sie indeß von erheblichem Interesse ist und in

[1]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890. 6. 370; 1891. 7. 231 und 249.
[2]) Zeitschr. Nahrungsmittel-Unters. und Hygiene 1890. 4. 222.
[3]) Zeitschr. angewandte Chemie 1888. 380.
[4]) Schweizer. Wochenschr. Pharm. 1888. 26. 41.
[5]) Chem.-Ztg. 1891. 15. 643.
[6]) Zeitschr. angewandte Chemie 1890. 35.
[7]) Repert. analyt. Chemie 1883. 3. 33.

neuester Zeit auf verschiedenen Seiten Bearbeitung gefunden hat, möge sie hier erörtert werden. Zweckmäßig werden die drei Branntweine gesondert betrachtet.

1. Cognak.

Daß der Trester- und Weinbranntwein Fuselöl, d. h. höhere Alkohole enthält, ist bereits seit langer Zeit bekannt (vergl. S. 182); durch die Untersuchungen von Ordonneau (S. 183), sowie Claudon und Morin (S. 185) ist diese Thatsache außer allen Zweifel gestellt worden. Neuerdings hat man dann die Röse'sche Fuselölbestimmungsmethode auch auf Cognak, Rum und Arak angewandt. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Fuselölbestimmungen im Cognak zusammengestellt.

Lfde. Nr.	Alkohol Vol. %	Fuselöl Vol. %	Herkunft und Bezeichnung	Analytiker
1	54,80	0,01	Französ. Cognak von 1852.	B. Röse[1]).
2	56,40	0,02	desgl. von 1858.	
3	66,40	0,01	desgl. von 1865.	
4	61,80	0,05	desgl. von 1870.	
5	63,60	0,04	desgl. von 1875.	
6	65,60	0,05	desgl. von 1880.	
7	64,70	0,07	desgl. von 1885.	
8	69,70	0	desgl. von 1887.	
9	52,49	0,069	Vergl. Tabelle I (S. 289) Cognak 1 bis 6 und 8.	W. Fresenius[2]).
10	54,12	0,024		
11	52,63	a) 1,274		
		b) 0,232		
		c) 0,463		
12	51,64	a) 0,114		
		b) 0,023		
13	51,78	a) 0,319		
		b) 0,205		
14	53,80	0		
15	51,55	0,068		
16	49,74	— 0,066	Vergl. Tabelle I (S. 289) Cognak 9 bis 13.	M. Mansfeld[3]).
17	48,90	— 0,152		
18	52,95	— 0,235		
19	49,00	— 0,218		
20	42,36	— 0,075		
21	51,48	0,199	Cognak von einer Ausstellung in Rom vom Jahre 1890.	A. Scala[4]).
22	50,31	0,054		
23	50,52	0,248		
24	44,43	0,085		
25	49,34	0,296		
26	47,67	0,133		
27	49,71	0,287		
28	50,52	0,230	desgl. vom Jahre 1891.	
29	42,51	0,218	Krankenhaus-Cognak. — Jockey-Club.	

[1]) Zeitschr. angewandte Chemie 1888. 382.
[2]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 283.
[3]) Zeitschr. allgem. österr. Apoth.-Vereins 1891. 45. 21 und 41.
[4]) Bulletino della Reale Accademia Medica di Roma 1891. 17. 207.

Lfde. Nr.	Alkohol. Vol. %	Fuselöl. Vol. %	Herkunft und Bezeichnung.	Analytiker.
30	44,30	0,228	desgl. — Etna. 3 Sterne.	A. Scala[1]).
31	46,48	0,289	desgl. — Etna.	
32	44,79	0,220	desgl. — Peninsular. 2 Anker.	
33	42,95	0,120	desgl. — Peninsular. 1 Anker.	
34	44,43	0,029	desgl. — dei Vesperi.	
35	42,56	0,100	desgl. — des Handels.	
36	52,39	0,189	Cognak Sicard des Handels.	
37	47,02	0,479	desgl. italienischer, aus Weinbranntwein bereitet.	
38	55,04	0,596	Grappa, Ausstellung vom Jahre 1891.	
39	50,52	0,132	Weintresterbranntwein, Ausstellung vom Jahre 1891.	
40	47,86	0,194	Vergl. Tabelle II (S. 292) Cognak.	Eug. Sell[2]).
41	57,86	0,090		
42	53,66	0,172		

W. Fresenius[3]) hatte im Jahre 1886 auf der 6. Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie mitgetheilt, daß Cognak bei der Untersuchung nach dem Röse'schen Verfahren stets einen größeren „scheinbaren" Fuselölgehalt zeige; später[4]) änderte er seine Ansicht dahin ab, daß der Cognak sich meist wie reiner Sprit verhalte. Die in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten Zahlen von Fresenius, welche man aus dessen Angaben über die Zunahmen des Chloroformvolums berechnete, zeigen indeß meist einen, theilweise allerdings sehr geringen Fuselölgehalt an. Die Versuche sind mit verschiedenen Apparaten und Chloroformsorten zu verschiedenen Zeiten ausgeführt. Wodurch die Unterschiede, welche bei mehrmaliger Untersuchung derselben Cognakprobe erhalten wurden, hervorgerufen sind, ist schwierig zu entscheiden; wahrscheinlich ist den zur Feststellung der „Basis" der Chloroformvolume benutzten Spritsorten der Hauptantheil an diesen Unterschieden zuzuschreiben. B. Röse fand nur sehr geringe Fuselölmengen, A. Scala dagegen meist sehr beträchtliche Mengen; die im Gesundheitsamte untersuchten Cognakproben enthalten ebenfalls zum Theil ziemlich viel Fuselöl. M. Mansfeld beobachtete im Gegensatz zu den übrigen Analytikern nicht eine Volumvermehrung des Chloroforms, sondern eine Volumverminderung desselben; die Ergebnisse seiner Bestimmungen sind als „negative" Fuselölmengen in die Tabelle eingetragen, um die Größe der beobachteten Volumverminderung anzudeuten.

Die Versuche der französischen Chemiker Ordonneau (S. 183) und Morin (S. 186) setzen uns in den Stand, das Verhalten des Cognaks bei der Fuselölbestimmung im Kleinen beurtheilen zu können. Unter der Voraussetzung, daß Ordonneau alle Bestandtheile des Cognaks ohne Verlust gewann, enthält der von ihm untersuchte Cognak

[1]) Bulletino della Reale Accademia Medica di Roma 1891. 17. 207.
[2]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890. 6. 370.
[3]) Bericht über die 6. Vers. bayer. Vertr. d. angew. Chemie. Berlin 1887 bei Julius Springer. S. 120; vergl. auch Zeitschr. analyt. Chemie 1887. 26. 381.
[4]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 283.

nach der Behandlung mit Kali in 100 ccm 0,003 g Aldehyd, 0,035 g Acetal, 0,01 g normalen Propylalkohol, 0,2156 g normalen Butylalkohol, 0,0838 g Amylalkohol, 0,0006 g Hexylalkohol, 0,0015 g Heptylalkohol und 0,001 g Basen. Der Aldehyd kann wegen seiner geringen Menge vernachlässigt werden, desgleichen die Basen, welche, wie Verfasser gelegentlich anderer Versuche[1]) für das Pyridin feststellen konnte, auf die Fuselölbestimmung keinen Einfluß haben. Hexyl- und Heptylalkohol wirken voraussichtlich mindestens ebenso stark volumvermehrend auf das Chloroform wie der Amylalkohol; sie mögen als Amylalkohol in Rechnung gezogen werden, wodurch die Menge des letzteren auf 0,0859 g steigt. Die bei der Fuselölbestimmung zu berücksichtigenden Bestandtheile von 100 ccm Cognak bestehen daher dem Volum nach aus 0,012 ccm Acetal, 0,050 ccm normalem Propylalkohol, 0,271 ccm normalem Butylalkohol und 0,107 ccm Amylalkohol. Die Volumvermehrungen des Chloroforms, welche durch gleiche Raumtheile der genannten Stoffe hervorgerufen werden, stehen nach früheren Untersuchungen[2]) in folgendem Verhältniß:

Amylalkohol : Normalbutylalkohol : Normalpropylalkohol : Acetal = 100 : 57 : 33 : 33.

Da nun bei der Röse'schen Methode die Volumvermehrung des Chloroforms auf Amylalkohol berechnet wird, so werden 0,012 ccm Acetal als 0,014 ccm Amylalkohol, 0,050 ccm Normal-Propylalkohol als 0,017 ccm Amylalkohol und 0,271 ccm Normalbutylalkohol als 0,154 ccm Amylalkohol bei der Fuselölbestimmung in dem Cognak gefunden. Insgesammt findet man also bei der Bestimmung des Fuselölgehaltes des von Ordonneau untersuchten Cognaks im Kleinen nach dem Röse'schen Verfahren in 100 ccm 0,014 + 0,017 + 0,154 + 0,107 = 0,292 ccm Fuselöl, d. h. dieser Cognak mußte bei der gewöhnlichen Fuselölbestimmung 0,292 Volumprozent Fuselöl ergeben. Berechnet man die Ergebnisse der Morin'schen Cognakuntersuchung in derselben Weise, so kommt man zu dem Schluß, daß dieser Cognak bei der Fuselölbestimmung im Kleinen 0,249 Volumprozent Fuselöl ergeben müßte.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß der Cognak im Allgemeinen ziemlich beträchtliche Fuselölmengen enthält. Es könnten indeß im Cognak Stoffe enthalten sein, welche bei der Fuselölbestimmung den höheren Alkoholen entgegenwirken, dieselben also bis zu einem gewissen Grade verdecken. Unter den 24 Stoffen, deren Einfluß auf die Vermehrung des Chloroformvolums im Gesundheitsamte[2]) geprüft worden ist, fanden sich in der That einige, denen diese Eigenschaft zukommt: die ätherischen Oele. Der volumvermindernde Einfluß der ätherischen Oele ist so gering, daß er noch in die Grenzen der Versuchsfehler fallen könnte; doch scheint er nach den wiederholten übereinstimmenden Ergebnissen von verschiedenen Seiten thatsächlich zu bestehen (vergl. z. B. A. Stutzer und O. Reitmair[3]), J. Mayrhofer[4]) und besonders Eug. Sell[5]). Außerdem wies der Verfasser[6]) nach, daß die volumvermindernde Wirkung der ätherischen Oele überhaupt

[1]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890. 6. 485.
[2]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1888. 4. 154.
[3]) Centralbl. allgem. Gesundheitspflege 1886. Ergänzungshefte Bd. 2. Heft 3. S. 191.
[4]) Bericht über d. 6. Versammlung d. fr. Ver. bayr. Vertr. d. angew. Chemie. Berlin 1887 bei Julius Springer. S. 118.
[5]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1888. 4. 143.
[6]) Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890. 6. 485.

nur sehr gering werden kann, da bei einem gewissen, noch sehr kleinen Gehalt des Branntweins an diesen Oelen eine Umkehrung der Wirkung eintritt: statt einer Volumverminderung tritt eine Volumvermehrung ein.

Man betrachte nun mit Rücksicht auf diese Auseinandersetzung die Zusammensetzung des Cognaks, wie sie durch Ordonneau und Morin festgestellt worden ist. Zunächst ist zu bemerken, daß den im Großen angestellten Versuchen im Allgemeinen ein sehr hoher Grad von Sicherheit zukommt, da hierbei die einzelnen Stoffe als solche abgeschieden und der Analyse unterworfen werden; im Besonderen bedienten sich die französischen Forscher einer Fraktionirvorrichtung (vergl. S. 158), wie sie vollkommener kaum hergestellt werden kann. Man darf daher mit Sicherheit behaupten, daß dieselben keinen in irgend erheblicher Menge im Cognak vorkommenden Stoff übersehen haben; schied doch Ordonneau noch 0,0006 % Hexylalkohol ab! Unter den im Cognak aufgefundenen Stoffen ist nur einer, welcher eine geringe Volumverminderung des Chloroforms hervorrufen könnte, nämlich das Terpen, welches nach Ordonneau (S. 184) sehr wesentlich zu dem Aroma des Cognaks beiträgt. Dasselbe ist indeß nur in so geringer Menge im Cognak vorhanden (0,0012 g in 100 ccm), daß demselben ein Einfluß auf die Fuselölbestimmung sicherlich nicht zukommt. Man kommt daher zu dem Ergebniß, daß der Cognak Fuselöl enthält und daß letzteres nach dem Röse'schen Verfahren bestimmt werden kann.

Die Schlüsse, welche die verschiedenen Chemiker aus ihren Untersuchungen zogen, waren je nach dem Ergebniß der letzteren recht verschieden. A. Scala, welcher erhebliche Fuselölmengen in den von ihm untersuchten Cognakproben fand, glaubt, es sei nicht „eigentliches schädliches Fuselöl", was im Cognak durch das Röse'sche Verfahren angezeigt werde, sondern unschädliche Stoffe, welche dem Prüfenden Fuselöl vortäuschten; man könne daher das Röse'sche Verfahren auf Cognak gar nicht anwenden. Scala stützt sich hierbei besonders darauf, daß der Cognak in der physiologischen Wirkung dem reinen Aethylalkohol fast gleich sei und daher unmöglich so viel Fuselöl enthalten könne. Die Untersuchungen von Ordonneau und Morin, welche Scala nicht zu kennen scheint, lehren aufs Deutlichste, daß diese Annahme völlig unhaltbar ist.

W. Fresenius, welcher mehrfach nur sehr wenig Fuselöl im Cognak fand, und M. Mansfeld, welcher beträchtliche Volumverminderungen des Chloroforms beim Ausschütteln des Cognaks beobachtete, nehmen an, daß in dem Cognak Stoffe enthalten seien, welche dem Fuselöl entgegenwirken und die Anwesenheit des letzteren verdecken; auch hiernach müßte die Röse'sche Fuselölprüfung in ihrer Anwendung auf Cognak verworfen werden. Man trifft hier auf die seltsame Erscheinung, daß die Einen das Röse'sche Verfahren verwerfen, weil Stoffe im Cognak enthalten sind, welche (in Wirklichkeit nicht vorhandenes) Fuselöl vortäuschen, die Anderen dagegen, weil Stoffe vorhanden sind, welche das (in Wirklichkeit vorhandene) Fuselöl bei der Bestimmung verdecken. Der Widerstreit der Meinungen zeigt am deutlichsten, daß hier Versuchsfehler irgend welcher Art eine Rolle spielen.

Die Ergebnisse der Mansfeld'schen Fuselölbestimmungen dürften unzweifelhaft auf Rechnung fehlerhafter Versuchsanstellung zu setzen sein; diejenigen der Fresenius'schen Untersuchungen lassen sich dagegen sehr wohl mit den vorstehenden Auseinandersetzungen

in Einklang bringen. Sieht man von dem außergewöhnlich hohen Fuselwerth a der Probe 11 ab, auf welche Fresenius selbst keinen Werth legt, so enthalten die Cognakproben meist nicht unbeträchtliche Fuselölmengen. Einige enthalten freilich wenig Fuselöl, eine sogar gar keins, aber dieses Ergebniß steht im Einklang mit den Röse'schen Bestimmungen (1 bis 9), sowie mehreren von Scala und der zweiten Probe von Sell.

Aus diesen Darlegungen ist zu schließen, daß der Cognak meist Fuselöl enthält und daß dieses nach dem Röse'schen Verfahren bestimmt werden kann. Der Fuselölgehalt des Cognaks ist, wie bei allen anderen Branntweinen, je nach der Darstellungsweise und der Beschaffenheit des zu seiner Bereitung verwandten Weins sehr schwankend, scheint aber häufiger ziemlich groß, seltener klein zu sein. Von der Gegenwart des Fuselöls, insbesondere des Amylalkohols, im Cognak kann man sich übrigens leicht überzeugen. Man bringt nach der Ausschüttelung des Cognaks und dem Ablesen des Chloroformvolums das Chloroform aus dem Schüttelapparat in einen Scheidetrichter und schüttelt mit dem gleichen Volum Wasser, um den Aethylalkohol aus der Chloroformlösung zu entfernen. Da man bei dem beschriebenen Gang der Untersuchung 500 ccm Cognak in Arbeit nimmt, wird ein großer Theil des mit Kali behandelten Cognakdestillats nicht zur Fuselölbestimmung gebraucht; auch dieser Theil wird in einem Scheidetrichter dreimal mit Chloroform und letzteres mit Wasser ausgeschüttelt. Alle Chloroformauszüge werden in einer Schale vereinigt und bei gewöhnlicher Temperatur das Chloroform verdunstet. Es hinterbleibt ein ziemlich erheblicher, im Wasser unlöslicher Oeltropfen, welcher neben einem charakteristischen Cognakgeruch, der dem Terpen eigen ist, den Amylalkoholgeruch sehr stark hervortreten läßt; durch Oxydation desselben mit Kaliumpermanganat erhält man die leicht kenntliche Baldriansäure. Der Verfasser versäumt es nie, diese Prüfung des Chloroformrückstands vorzunehmen.

Die vorstehenden Erörterungen fanden volle Bestätigung durch die Untersuchung von vier kaukasischen Cognakproben, welche dem Amte von Herrn Dr. D. Saradjeff in Tiflis freundlich überlassen wurden. Dieselben glichen in Geruch und Geschmack ganz außerordentlich den französischen Cognakproben; sie enthielten alle Fuselöl, welches auch im Chloroformrückstand leicht erkannt werden konnte. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der Tabelle III (S. 293) zusammengestellt.

2. Rum.

Ueber den Fuselölgehalt des Rums liegen nur wenige Untersuchungen vor; sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Alkohol Vol. %	Fuselöl Vol. %	Analytiker
1	Vergl. Tabelle I (S. 290)	77,00	a) 0,678 b) 0,136	W. Fresenius.[1])
2	Vergl. Tabelle I (S. 290)	76,58	0,067	W. Fresenius.[1])
3	Rum 15 bis 18.	73,28	0,097	W. Fresenius.[1])
4	Rum 15 bis 18.	75,83	0,133	W. Fresenius.[1])

[1]) Zeitschr. analyt. Chemie. 1890. 29. 283.

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Alkohol Vol. %	Fuselöl Vol. %	Analytiker
5	Vergl. Tabelle I (S. 291) Rum 34 bis 41.	52,01	0,266	A. Scala.[1])
6		60,85	0,066	
7		43,13	0,047	
8		34,69	0,073	
9		47,39	0,206	
10		47,02	0,150	
11		38,39	0,033	
12		52,91	0,192	
13		74,30	0,141	Eug. Sell.[2])
14	Vergl. Tabelle II (S. 292) Rum.	74,04	0,132	
15		74,44	0,106	
16		74,65	0,058	
17		79,06	0,106	
18		75,89	0,045	
19		74,91	0,104	
20		77,04	0,122	
21		75,04	0,037	
22		74,74	0,140	
23		73,73	0,115	
24		75,29	0,074	
25		74,72	0,113	
26		75,21	0,101	

Beim Rum sind wir nicht, wie beim Cognak, in der angenehmen Lage, den Fuselölbestimmungen im Kleinen Versuche gegenüberzustellen, welche mit großen Mengen Rum ausgeführt worden sind. Nur zwei diesbezügliche Notizen finden sich in der Literatur. G. J. Mulder (S. 194), welcher ein Rumfuselöl aus Surinam untersuchte, thut höherer Alkohole keine Erwähnung. Daraus darf indeß nicht geschlossen werden, daß der Rum höhere Alkohole nicht enthalte; denn was Mulder untersuchte, war offenbar ein Destillationsrückstand oder nur der allerletzte Antheil des Destillats, dem sehr wohl höhere Alkohole vorangegangen sein konnten. Auch im Getreidefuselöl fand Mulder (S. 171) keine höheren Alkohole, obwohl dieses sehr reich an letzteren ist.

Sehr viel wichtiger ist eine neuere Angabe von V. Marcano[3]) über die Produkte der Vergährung des Zuckerrohrsaftes in den Tropen (vergl. S. 195). Marcano fand im Vorlauf des Zuckerrohrbranntweins fast nur Methylalkohol, im Nachlauf keine höheren Alkohole, sondern nur eine ölige, in Wasser unlösliche Fettsäure; selbst unter Anwendung der großen Rektifikationsvorrichtungen der Industrie gelang es ihm nicht, höhere Alkohole nachzuweisen. Diese Beobachtung steht nicht im Einklang mit den Fuselölbestimmungen, welche bei den Rumproben des Handels ausgeführt worden sind. Für die Beurtheilung der „Echtheit" der Scala'schen Rumproben hat man keine Anhaltspunkte; der geringe Alkoholgehalt läßt vielleicht darauf schließen, daß dieselben keine „Original-Rumproben" sind. Dagegen sind die Fresenius'schen Proben und die im Gesundheitsamte untersuchten sicher „Originalrum", wie er von den Bremer Groß-

[1]) Il Rhum e le suo falsificazioni. Ricerche di Alberto Scala. Roma 1890. S. 12.
[2]) Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1891. 7. 231.
[3]) Compt. rend. 1889. 108. 955.

händlern in den Handel gebracht wird. Dieser „Originalrum“ enthält nun thatsächlich durchweg nicht viel Fuselöl, zum Theil sogar überraschend wenig; trotzdem befand sich darunter kein völlig fuselfreier.

Unter diesen Umständen begrüßte es der Verfasser um so freudiger, als dem Amte 13 Rumproben, 11 aus Kuba und 2 aus Jamaika, zur Verfügung gestellt wurden, welche unter amtlicher Vermittelung an dem Gewinnungsort entnommen und sogleich auf Flaschen gefüllt worden waren. Irgend welche Veränderungen sind mit denselben nicht vorgenommen worden; sie stellen daher wirkliche Roh-Rumproben dar. Als Destillate ohne Zusätze enthielten dieselben nur sehr geringe Mengen nicht flüchtiger Stoffe und waren ganz oder nahezu farblos. Von 3 Proben (Nr. 10, 12 und 13) standen nicht genügende Mengen zur Verfügung, um eine getrennte Bestimmung der Säuren zu machen; man begnügte sich daher damit, die Säuren und Ester als Essigsäure bezw. Essigsäureester zu berechnen und die Anwesenheit der anderen Säuren und Ester nachzuweisen. Auch von den anderen Proben waren einige so arm an Säuren und Estern, daß man auch bei diesen in der genannten Weise verfahren mußte. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Laufende Nummer	Herkunft	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol	Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprinsäure	Ameisensäure-Aethylester	Essigsäure-Aethylester	Buttersäure-Aethylester	Kaprinsäure-Aethylester	Fuselöl
			g in 100 g									Vol.-pCt.
1	Aus Jamaika, Kingston .	0,8581	76,02	0	0,137	0,006	0,009	0	1,847	0,056	0,023	0
2	Aus Jamaika	0,8567	76,37	nachweisbar	0,011	nachweisbar	0,001	0,004	0,061	0,005	0,001	0
3	Aus Habanna	0,9281	45,53	0	0,147	0,007	0,007	0	0,143	0,012	0,010	0
4	Aus Kuba . .	0,9252	46,82	0,007	0,069	0,007	0,002	0,005	0,032	0,001	0,002	0,031
5	Desgl. . .	0,9249	46,95	0,002	0,039	0,003	0,002	0,002	0,021	0,002	0,003	0
6	Aus Habanna	0,9239	47,12	nachweisbar	0,086	nachweisbar	nachweisbar	nachweisbar	0,092	nachweisbar	0,004	0
7	Desgl.	0,9041	56,27	nachweisbar	0,082	nachweisbar	0,001	0,009	0,206	0,017	0,012	0
8	Aus Kuba . .	0,8848	64,66	0	0,063	0,008	0,005	0	0,166	0,013	0,007	— 0,022
9	Desgl. . .	0,8782	67,18	0,004	0,029	0,003	0,002	0,007	0,068	0,009	0,003	0,026
10	Aus Habanna	0,8712	70,38	nachweisbar	0,044	nachweisbar	nachweisbar	nachweisbar	0,041	nachweisbar	nachweisbar	0
11	Aus Kuba . .	0,8215	89,35	nachweisbar	0,004	nachweisbar	nachweisbar	0,007	0,095	0,006	0,003	0
12	Desgl. . .	0,8143	93,08	0	0,014	nachweisbar	0,001	0	0,005	nachweisbar	0,001	— 0,031
13	Desgl. . .	0,8138	93,28	0	0,004	nachweisbar	nachweisbar	0	0,008	nachweisbar	0,001	0

Der Vergleich dieser Roh-Rumproben mit dem „Originalrum" ist sehr lehrreich. Der Alkoholgehalt des Roh-Rums ist ein sehr schwankender, während der Originalrum fast stets etwa 74 bis 76 Volumprozent Alkohol zu enthalten scheint. Auch der Säure- und Estergehalt des Roh-Rums schwankt sehr und bleibt vielfach hinter demjenigen des Originalrums zurück; Nr. 1 ist außerordentlich reich an Estern und wahrscheinlich zum Verschneiden mit esterarmen Sorten bestimmt. Ameisensäure und deren Ester waren in 5 Proben Roh-Rum nicht nachweisbar, der „Originalrum" enthielt diese Stoffe in allen untersuchten Fällen.

Am bemerkenswerthesten sind die Fuselölzahlen des Roh-Rums; 9 Proben ergaben die Volumvermehrung des reinen Alkohols, 2 eine sehr geringe Volumvermehrung und 2 eine sehr geringe Volumverminderung des Chloroforms.

Aus den kleinen Aenderungen des Chloroformvolums kann man nur mit der größten Vorsicht Schlußfolgerungen ziehen; dieselben können sehr wohl durch unvermeidliche Versuchsfehler hervorgerufen werden. Das Verhalten der beiden letzten Proben Nr. 12 und 13 führt indeß den Verfasser zu der Annahme, daß wenigstens die beobachteten Volumverminderungen ihre Ursache in einem bestimmten Bestandtheil des Rums haben. Diese beiden Proben sind nämlich fast frei von Säuren und Estern; während aber Nr. 13 fast geruchlos ist und für einen Feinsprit gehalten werden könnte, hat Nr. 12 einen ausgesprochenen, kräftigen Rumgeruch. Der Rum Nr. 13 verhielt sich bei der Fuselölbestimmung wie reiner Alkohol, Nr. 12 gab eine Volumverminderung des Chloroforms. Als man den letzteren Chloroformauszug verdunstete, hinterblieb ein intensiv nach Rum riechendes Oeltröpfchen, welches die Uffelmann'sche Fuselölreaktion[1]) mit durch Salzsäure grüngefärbtem Methylviolett nicht gab. Dasselbe Oel wurde auch bei fast allen anderen Rumproben, sowohl Roh-, wie Original-Handelsrum, beim Verdunsten des Chloroforms erhalten. Nach den Erfahrungen, welche man bei anderen Branntweinen gemacht hat (vergl. S. 225), wird man nicht fehlgehen, wenn man in diesem Oel ein Terpen $C_{10}H_{16}$ oder ein Terpenhydrat $C_{10}H_{18}O$ vermuthet, welches sehr wesentlich zu dem eigenartigen Geruch des Rums beiträgt. Dieser Stoff scheint im Rum in viel größerer Menge vorzukommen, als dies bei den anderen Branntweinen festgestellt worden ist. Da die volumvermindernde Wirkung der ätherischen Oele bekannt ist, darf man diesem Oel die Volumverminderung des Chloroforms zuschreiben.

Noch andere Gründe sprechen für die Gegenwart eines ätherischen Oels im Rum. Durch Mischen von Estern erhält man nie einen dem echten Rum völlig gleichen Branntwein. Der Geruch dieser Kunsterzeugnisse ist zudringlich, der Geschmack scharf; der Geruch des echten Rums ist mehr abgerundet, der Geschmack ist zarter und ruft auf der Zunge den Eindruck des Oeligen hervor. Diese Eigenschaften können dem Kunstrum durch ätherische Oele verliehen werden, und thatsächlich ist in den meisten Vorschriften zur Bereitung von Rumessenzen der Zusatz ätherischer Oele (häufig von Kassiaöl) vorgesehen. Beim Aufgießen auf die Hand bleibt der Geruch des echten Rums lange haften; die Ester des Rums können hierbei nicht betheiligt sein, weil sie sehr rasch verdunsten, wohl aber ist das lange Anhaften des Geruchs eine den ätherischen Oelen in

[1]) Arch. Hygiene 1886. 4. 229.

hohem Maße zukommende Eigenschaft. A. Scala[1]) hat hierauf ein Verfahren zur Unterscheidung des echten Rums vom künstlichen begründet; der Geruch des Kunstrums ohne Zusatz eines ätherischen Oels verschwindet in der That sehr rasch, sobald aber ein solcher Zusatz gemacht ist, was meist geschieht, ist eine Unterscheidung auf diesem Wege unmöglich.

Der Geruch des ätherischen Rumöls ist auch A. Herzfeld[2]) aufgefallen. Derselbe gibt an, daß unter den Estersäuren des Rums neben Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure auch Säuren von angenehmem, obstartigem Geruch sich finden. Derartige Fettsäuren gibt es aber bekanntlich nicht. Der obstartige Geruch des Destillats läßt sich nichtsdestoweniger leicht erklären. Der Verfasser konnte sehr häufig beobachten, daß das ätherische Rumöl mit den Alkoholdämpfen nicht völlig übergeht, daß vielmehr noch mit den dann folgenden Wasserdämpfen deutliche Mengen überdestilliren. Werden nun die Ester verseift, der Alkohol abdestillirt, die Säuren freigemacht und mit Wasserdampf destillirt, so geht mit den Estersäuren gleichzeitig der letzte Theil des ätherischen Rumöls über und verleiht dem sauren Destillat seinen angenehmen Geruch.

Ob die geringe Volumvermehrung des Chloroforms bei den Proben Nr. 4 und 9 auf einen Fuselölgehalt schließen läßt, kann durch die im Kleinen angestellten Versuche nicht mit Sicherheit entschieden werden, ebenso wenig die Frage, ob diejenigen Proben, bei welchen die Röse'sche Methode kein Fuselöl anzeigt, welche aber das ätherische Oel des Rums enthalten, wirklich fuselfrei oder in geringem Maaße fuselölhaltig sind. Die Entscheidung dieser Fragen ist Versuchen vorbehalten, welche, ähnlich wie beim Cognak, mit großen Mengen Rum nach den früher (S. 151) beschriebenen Verfahren angestellt werden. Das Ergebniß dieser Versuche läßt sich auf Grund der mitgetheilten Untersuchungen und der Angaben von Marcano voraussehen: Man wird neben Säuren, Estern, Aldehyd, Furfurol und Basen das ätherische Rumöl und nur sehr wenig oder gar keine höheren Alkohole finden. Diesen Untersuchungen, welche über kurz oder lang mit Bestimmtheit werden ausgeführt werden, darf man mit großer Spannung entgegensehen, da in dem Rum vielleicht der erste von Natur fuselölfreie Branntwein gefunden wird; die bisher untersuchten Branntweine sind alle fuselölhaltig gefunden worden.

3. Arak.

Ueber den Fuselölgehalt des Araks sind nur zwei Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse in der folgenden Tabelle enthalten sind.

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Alkohol Vol. %	Fuselöl Vol. %	Analytiker
1	Vergl. Tabelle I (S. 292) Arak 1 und 3	59,98	— 0,264	W. Fresenius[3])
2		59,59	— 0,393	
3	Vergl. Tabelle II (S. 293) Arak	56,55	0,038	Eug. Sell[4])
4		58,62	— 0,013	
5		58,63	— 0,026	
6		58,63	— 0,026	
7		58,11	— 0,026	

[1]) Annali dell' Istituto d'Igiene sperimentale dell' Università di Roma 1890. 2. 175.
[2]) Zeitschr. Zuckerindustrie 1890. 40. 650.
[3]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 238.
[4]) Arb. aus d. Kais. Gesundheitsamte 1891. 7. 219.

Eine Erklärung für die Fresenius'schen Zahlen kann der Verfasser nicht finden; Fresenius scheint sie selbst verworfen zu haben, da er sie in seiner großen Tabelle I nicht aufgeführt hat. Von den anderen Proben zeigten 4 eine Volumverminderung, 1 eine Volumvermehrung des Chloroforms; neue Proben standen dem Verfasser nicht zur Verfügung.

Für den Arak gilt alles bei dem Rum Gesagte; auch der Arak enthält ein ätherisches Oel, das von dem Chloroform aufgenommen wird und dessen Volum um ein Geringes vermindert. Fuselöl scheint der „Original-Arak" des Handels gleichfalls nicht zu besitzen. Ein chemischer Unterschied ist zwischen Rum und Arak überhaupt nicht zu finden; der Unterschied im Aroma, der sich dem Geruch deutlich zu erkennen giebt, wird offenbar durch die verschiedenartige Natur der ätherischen Oele dieser beiden Branntweine bedingt — ein neuer Beweis für das Vorkommen derartiger Oele in Rum und Arak, da sonst die Verschiedenartigkeit des Geruchs unerklärt bliebe.

Enthält der Rum Methylalkohol?

Auch diese Frage ist durch die Untersuchungen von V. Marcano[1]) angeregt worden, nach denen der Vorlauf des vergohrenen Zuckerrohrsaftes sehr viel Methylalkohol enthält.

Die Möglichkeit des Vorkommens von Methylalkohol im Rum war nach den Erfahrungen, welche man über die Verbreitung des Methylalkohols im Pflanzenreich gemacht hat, nicht von der Hand zu weisen. Im Jahre 1875 wies H. Gutzeit[2]) nach, daß bei der Destillation der Früchte von Heracleum giganteum, Pastinaca sativa und Anthriscus cerefolium Hoffm. mit Wasser neben anderen Stoffen auch Methylalkohol erhalten wird. Während er es zuerst unentschieden sein ließ, ob der Methylalkohol frei oder als Ester in den Pflanzen enthalten sei, stellte er später[3]) fest, daß er im freien Zustand in denselben vorkommt; er konnte ihn den Pflanzen mit Aether entziehen.

Auch Maquenne[4]) wies das Vorkommen von freiem Methylalkohol in frischen Pflanzensäften nach. Er erhielt bei der Destillation von 34 kg Gras mit Wasser 10 g Methylalkohol, von 37 kg Nesseln 10 g, von 35 kg Epheu 8 g, von 15 kg Spindelbaumtheilen 2 g und von 100 kg Maispflanzen 8 g Methylalkohol. Nach einer Hypothese von E. Erlenmeyer[5]) entsteht der Methylalkohol in den Pflanzen aus Kohlensäure und Wasser unter dem Einfluß des Chlorophylls und des Sonnenlichts.

Wenngleich das Zuckerrohr, aus dessen Saft der Rum dargestellt wird, sich nicht unter den Pflanzen findet, in welchen Methylalkohol nachgewiesen wurde, so muß die Anwesenheit des letzteren im Zuckerrohr doch als möglich bezeichnet werden; er kann sich daher auch im Rum finden, ohne daß seine Entstehung bei der Gährung voraus-

---

[1]) Compt. rend. 1889. **108**. 955.

[2]) Annal. Chem. Pharm. 1875. **177**. 344.

[3]) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaften 1879. **13**. Supplementheft 1 S. 1; vergl. auch Pharm. Centralb. 1887. **28**. 195.

[4]) Compt. rend. 1885. **101**. 1067.

[5]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1877. **10**. 634.

gesetzt werden muß. Die Prüfung des Rums auf Methylalkohol schien aus diesem Grunde nicht aussichtslos.

Zum Nachweis von „Holzgeist“ im Aethylalkohol ist eine ganze Reihe von Verfahren angegeben worden, von denen sich aber nur wenige auf den reinen Methylalkohol beziehen. Die älteren, durchweg von englischen Chemikern vorgeschlagenen Verfahren bezwecken den Nachweis des „methylated spirit“, des mit rohem Holzgeist denaturirten Branntweins, welcher in England viel früher als in Deutschland zu Gebrauchszwecken Anwendung fand. Diese Verfahren sind meist auf das Verhalten der dem rohen Holzgeist beigemischten Stoffe, z. B. Aceton und Allylalkohol, gegründet.

E. J. Reynolds[1]) setzte zu dem zu prüfenden Branntwein einige Tropfen sehr verdünnte Quecksilberchloridlösung und Kalilauge im Ueberschuß und erwärmte gelinde; bei Gegenwart von rohem Holzgeist löst sich der entstandene Niederschlag wieder auf. Aehnlich verfuhr J. Tuck[2]) zum Nachweis des methylated spirit; er nahm an Stelle des Quecksilberchlorids eine Lösung von Quecksilberjodid in Jodkalium. In beiden Fällen ist es das im rohen Holzgeist in reichlicher Menge enthaltene Aceton, welches die Fällung der Quecksilbersalze durch Kalilauge verhindert.

Nach A. Guyard[3]) läßt sich der Methylalkohol mit Hilfe einer Jodjodkaliumlösung nachweisen. Man macht den Branntwein schwach alkalisch und fügt Jodjodkaliumlösung zu, welche auf 3 Theile Jod 4 Theile Jodkalium enthält; Methylalkohol soll dann sofort Jodoform geben, Aethylalkohol aber nicht. Auch dieses Verfahren beruht auf dem Acetongehalt des rohen Holzgeistes, denn reiner Methylalkohol giebt, wie A. Lieben[4]) zuerst fand, hierbei kein Jodoform; man bedient sich dieser Reaktion sogar zur Bestimmung des Acetongehaltes im rohen Holzgeist[5]).

Von verschiedenen Seiten, z. B. von W. Young[6]), P. Cazeneuve und S. Cotton[7]) sowie J. Habermann[8]), ist verdünnte Kaliumpermanganatlösung zum Nachweis von Methylalkohol im Branntwein vorgeschlagen und angewandt worden; diese Lösung soll durch Methylalkohol sofort entfärbt werden, durch Aethylalkohol aber nur langsam. Dieses Verhalten kommt indeß nicht dem reinen Methylalkohol zu, sondern den im rohen Holzgeist enthaltenen Aldehyden und Ketonen. Im Gegentheil, reiner Methylalkohol ist gegen verdünnte Kaliumpermanganatlösung beständiger als reiner Aethylalkohol; wenn W. Lenz[9]) angiebt, daß selbst der „reine“ Methylalkohol Kaliumpermanganatlösung sofort entfärbte, muß der „reine“ Methylalkohol noch sehr unrein gewesen sein. Uebrigens steht dem Verfahren noch der Umstand entgegen, daß die Branntweine wohl ausnahmslos Aldehyde enthalten, welche sehr stark reduzirend auf Kaliumpermanganat einwirken.

---

[1]) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1864. 5. 272; 1865. 6. 292 und 389.
[2]) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1865. 6. 215, 218 und 334.
[3]) Bull. soc. chim. [2]. 1879. 31. 297.
[4]) Annal. Chem. Pharm. 1870. Supplementband 7. 297.
[5]) G. Krämer, Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1880. 13. 1002.
[6]) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1866. 7. 278.
[7]) Bull. soc. chim. [2]. 1882. 35. 102.
[8]) Zeitschr. analyt. Chemie 1888. 27. 663.
[9]) Zeitschr. analyt. Chemie 1881. 20. 585.

H. W. Langbeck[1]) fügt zu der auf Methylalkohol zu prüfenden Flüssigkeit 1/10 Volum Silbernitratlösung; nach 24 Stunden soll bei Anwesenheit von Methylalkohol eine Silberoxydabscheidung eingetreten sein. Auch diese Reaktion kommt keineswegs dem Methylalkohol zu.

Die folgenden Verfahren stützen sich auf Eigenschaften des Methylalkohols selbst und können daher zum Nachweis des reinen Methylalkohols im Branntwein dienen. A. Dupré[2]) hat zwei derartige Verfahren angegeben. Das erste besteht darin, daß man den Alkoholgehalt des Branntweins nach zwei verschiedenen Verfahren bestimmt, nämlich aus dem spezifischen Gewicht und aus der Dampfspannung bei 100° mit Hilfe des Geißler'schen Vaporimeters. Enthält der Branntwein nur Aethylalkohol, so muß man nach beiden Verfahren den gleichen Alkoholgehalt finden; enthält er dagegen Methylalkohol, so ist der mit dem Vaporimeter gefundene Alkoholgehalt größer als der aus dem spezifischen Gewicht berechnete, weil der Methylalkohol bei 100° eine größere Dampfspannung hat als der Aethylalkohol. O. Hehner[3]) fand bei der Prüfung des Verfahrens, daß zwar roher Methylalkohol bei 100° eine erheblich größere Dampfspannung hat als der Aethylalkohol, daß aber für den reinen Methylalkohol der Unterschied nicht groß ist.

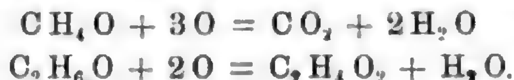
Dazu kommt, daß in den Branntweinen noch andere Stoffe enthalten sind, welche eine größere Dampfspannung als der Aethylalkohol haben, namentlich der Aldehyd, welcher den Methylalkohol weit übertrifft; eine geringe Menge Aldehyd würde daher einen erheblichen Methylalkoholgehalt vortäuschen. Man sieht hieraus, daß das Verfahren befriedigende Resultate nur dann geben könnte, wenn ein Gemisch von reinem Aethylalkohol mit viel Methylalkohol vorläge.

Das zweite Verfahren von Dupré besteht in der Oxydation des zu prüfenden Branntweins mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure in geschlossenen Gefäßen; dabei wird der Methylalkohol zu Kohlensäure und der Aethylalkohol zu Essigsäure oxydirt. Letztere wird abdestillirt und titrirt. Andererseits kann man aus dem mit Hilfe des spezifischen Gewichts ermittelten Alkoholgehalt berechnen, wieviel Essigsäure entstehen muß, wenn der Branntwein frei von Methylalkohol ist. Der Unterschied zwischen den berechneten und gefundenen Essigsäuremengen wird als Methylalkohol in Rechnung gezogen. Dieses Verfahren leidet an dem Uebelstande, daß der Aethylalkohol nicht glatt zu Essigsäure oxydirt wird, sondern daneben mehr oder weniger Aldehyd entsteht, und daß die anderen im Branntwein vorkommenden Stoffe zwar alle ziemlich gleichmäßig auf das spezifische Gewicht einwirken, aber ganz andere Mengen Säuren geben, als ein gleiches Gewicht Aethylalkohol

O. Hehner[4]) änderte das Dupré'sche Verfahren dahin ab, daß er den sehr stark verdünnten Branntwein mit einer titrirten Chromsäuremischung in einem geschlossenen Gefäß oxydirte, dann mit einer überschüssigen titrirten Lösung von Eisen-Ammonium-

[1]) Chem. Ztg. 1878. 2. 396
[2]) Analyst 1876. 1. 1.
[3]) Analyst 1887. 12. 25.
[4]) Analyst 1887. 12. 25.

sulfat versetzte und letzteres mit $^1/_{10}$-Normal-Chromsäurelösung zurücktitrirte. Die Oxydation des Methylalkohols und Aethylalkohols verläuft nach den Gleichungen:



$$CH_4O + 3O = CO_2 + 2H_2O$$
$$C_2H_6O + 2O = C_2H_4O_2 + H_2O.$$

Der Methylalkohol braucht demnach zur Oxydation 3 Atome Sauerstoff, der Aethylalkohol nur 2. Auch hier macht sich die theilweise Ueberführung des Aethylalkohols in Aldehyd störend bemerkbar, da zu diesem Vorgang nur 1 Atom Sauerstoff nothwendig ist:

$$C_2H_6O + O = C_2H_4O + H_2O.$$

Ebenso verdunkeln andere im Branntwein sich findende Stoffe das Ergebniß der Oxydation. Immerhin dürften die Verfahren von Dupré und Hehner bei einem größeren Gehalt an Methylalkohol zu einem befriedigenden Ergebniß führen; bei den kleinen Mengen, auf welche im Rum zu rechnen ist, sind die Fehlerquellen aber viel zu groß.

Die nachstehenden vier Verfahren zum Nachweis des Methylalkohols im Branntwein hat der Verfasser einer näheren Prüfung unterzogen.

1. Sehr naheliegend ist der Gedanke, den Methylalkohol zu Ameisensäure zu oxydiren und letztere nach dem bekannten Verfahren nachzuweisen. Dem steht aber die Thatsache im Wege, daß auch reiner Aethylalkohol bei der Oxydation Ameisensäure liefert. Bereits im Jahre 1835 nannte J. Liebig[1]) unter den Produkten der Oxydation des Alkohols mit Braunstein und Schwefelsäure die Ameisensäure. Als man diesen Versuch wiederholte, fand man reichliche Mengen Ameisensäure, sowohl im freien Zustand, als auch in Esterform; ferner stellte man fest, daß auch bei der Oxydation des Aethylalkohols mit Chromsäuremischung und mit Kaliumpermanganat beim Kochen Ameisensäure entsteht. Dagegen wurde bei der Oxydation des Aethylalkohols mit neutralem Kaliumpermanganat in der Kälte (bei einfachem Stehenlassen) Ameisensäure nicht gebildet. In der Annahme, daß der Methylalkohol leichter oxydirt werde als der Aethylalkohol, versetzte man reinen Aethylalkohol, welcher $^1/_2$ % Methylalkohol enthielt, mit einer unzureichenden Menge neutraler Kaliumpermanganatlösung und ließ einen Tag stehen. Nach dieser Zeit war das Kaliumpermanganat vollständig reduzirt und man konnte die Kaliumsalze der entstandenen Säuren von dem abgeschiedenen Braunstein abfiltriren. Es ergab sich bei der Prüfung, daß bei dieser theilweisen Oxydation keine Ameisensäure entstanden war, daß also zunächst nur der Aethylalkohol oxydirt wird. Vergleichende Versuche zeigten in der That, daß reiner Aethylalkohol die Kaliumpermanganatlösung viel rascher reduzirte, als reiner Methylalkohol. Auch das Oxydationsverfahren mit nachfolgendem Nachweis der Ameisensäure, welches wiederholt vorgeschlagen wurde[2]), ist daher zum Nachweis des Methylalkohols nicht geeignet.

2. J. T. Miller[3]) und später E. van de Vyvere[4]) schlugen vor, den Methyl-

[1]) Annal. Chem. Pharm. 1835. 14. 151.

[2]) J. T. Miller, Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1866. 7. 318; Vierteljahrsschr. prakt. Pharm. 1867. 16. 105. Vergl. auch Pharm. Ztg. 1887. 32. 85.

[3]) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1869. 10. 465.

[4]) Bull. soc. chim. [2]. 1884. 40. 99.

alkohol dadurch von dem Aethylalkohol zu trennen, daß man ersteren in eine nicht flüchtige Verbindung überführt und den letzteren abdestillirt. Als eine solche Verbindung wurde diejenige des Methylalkohols mit Chlorcalcium $CaCl_2 + 4CH_4O$ erkannt, welche nach R. Kane[1]) bei 100° beständig ist, durch Wasser aber in ihre Bestandtheile zerlegt wird. Man entfernt durch Destilliren über Potasche alles Wasser aus dem Alkohol, versetzt letzteren mit dem gleichen Gewicht trockenen Chlorcalciums und destillirt nach 24stündigem Stehen aus dem Wasserbad ab; im Rückstand verbleibt die Verbindung des Methylalkohols mit Chlorcalcium. Man fügt dann Wasser hinzu, destillirt und erhält im Destillat wässerigen Methylalkohol.

Dieses Verfahren wurde von H. N. Draper[2]) und J. Tuck[3]) geprüft und im Ganzen als brauchbar befunden. Der Verfasser kam zu einem anderen Ergebniß. Als man reinen Alkohol und solchen mit 5, 2, 1 und ½ Prozent Methylalkohol mit Chlorcalcium behandelte, gelang es in keinem Falle, aus dem Wasserbade allen Aethylalkohol abzudestilliren; bei der nachfolgenden Destillation mit Wasser erhielt man daher noch sehr viel Aethylalkohol. Wenn die Verbindung $CaCl_2 + 4CH_4O$ in der That bei 100° beständig sein sollte, so wäre das Verfahren immerhin sehr geeignet zur Konzentration des Methylalkohols in Flüssigkeiten, welche nur wenig davon enthalten.

3. Das Verfahren von Caillot de Poncy[4]) beruht auf der größeren Löslichkeit des Methyloxalats im Vergleich zum Aethyloxalat in Wasser. 10 ccm des zu prüfenden Alkohols werden mit 10,8 g Oxalsäure versetzt, das Gemisch mit gasförmiger Salzsäure gesättigt und 24 Stunden sich selbst überlassen; Aethylalkohol und etwa vorhandener Methylalkohol werden dadurch in die Oxalsäureester übergeführt. Hierauf nimmt man 2 ccm der Esterlösung heraus, versetzt dieselben mit 10 ccm Wasser und schüttelt um. Die Ester werden hierdurch zum größten Theile abgeschieden und sinken in schweren Tropfen zu Boden, zum Theil bleiben sie aber auch im Wasser gelöst; da Methyloxalat im Wasser leichter löslich ist als Aethyloxalat, so bleibt eine um so größere Menge Ester gelöst, je mehr Methylalkohol vorhanden ist. Man filtrirt die wässerige Lösung ab und versetzt mit Ammoniak; beide Oxalsäureester geben hierbei einen weißen krystallinischen Niederschlag von Oxamid, dessen Menge von derjenigen der gelösten Oxalsäureester abhängig ist. Man sammelt den Niederschlag auf einem gewogenen Filter, wäscht mit kaltem Wasser aus, trocknet bei 100° und wägt. Aus Aethyloxalat erhielt Caillot de Poncy auf diese Weise 6,6 %, aus Methyloxalat 14,65 bis 15 % der Alkohole an Oxamid; für je 1 % Methylalkohol erhält man 0,14 bis 0,15 % Oxamid mehr als 6,6 %.

Man prüfte das Verfahren an reinem Aethylalkohol und Mischungen desselben mit 5, 3, 2, 1 und ½ % Methylalkohol und konnte wirklich Unterschiede in den gewonnenen Oxamidmengen beobachten; dieselben sind jedoch sehr klein und bei der ziemlich rohen Ausführung der Versuche, welche von dem Urheber des Verfahrens vorgeschrieben ist, recht unsicher. Die Ausführung des Verfahrens ließe sich leicht verfeinern und

---

1) Annal. Chem. Pharm. 1836. 19. 168.
2) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1865. 6. 641.
3) Pharm. Journ. and Transact. [2]. 1866. 7. 168 und 172.
4) Génie civil 1884. 5. 353; Dingler's polytechn. Journ. 1884. 254. 500.

die Genauigkeit der Ergebnisse erhöhen, so daß das Verfahren jedenfalls als ein beachtenswerthes bezeichnet werden darf.

4. Weitaus das sicherste und empfindlichste Verfahren zum Nachweis des Methylalkohols im Aethylalkohol ist dasjenige von A. Riche und Ch. Bardy.[1]) Dasselbe beruht auf der Thatsache, daß Dimethylanilin bei der Oxydation einen prachtvollen violetten Farbstoff, das Methylviolett, Diäthylanilin aber keinen ähnlichen Stoff giebt. Das Verfahren wird zweckmäßig in folgender Weise ausgeführt. 10 ccm des zu untersuchenden Branntweins werden mit 15 g Jod und 2 g amorphem Phosphor versetzt und die alsbald unter heftiger Reaktion sich bildenden Alkyljodide aus dem Wasserbade abdestillirt; als Vorlage dient ein kleiner Scheidetrichter mit 30 bis 40 ccm Wasser. Die Alkyljodide werden von dem überstehenden Wasser getrennt und in ein Kölbchen mit nicht zu weitem Hals gebracht, in das man vorher 6 ccm frisch destillirtes Anilin gebracht hat. Beim Erwärmen des Gemisches im Wasserbade auf 50 bis 60° erstarrt das Ganze unter heftiger Reaktion: es hat sich jodwasserstoffsaures Dialkylanilin gebildet. Nach Beendigung der Umsetzung fügt man kochendes Wasser hinzu und kocht stark, bis die Lösung klar geworden ist. Auf Zusatz von Kali wird die freie Base (Dialkylanilin) abgeschieden, welche als schwach gelbes Oel auf der Oberfläche schwimmt; durch Zusatz von Wasser bringt man die Base in den Hals des Kölbchens und läßt sie sich klären.

Zur Oxydation der Base eignet sich sehr gut eine von A. W. Hofmann[2]) angegebene Mischung von Chlornatrium, Kupfernitrat und Quarzsand. Man verreibt 2 g Chlornatrium, 3 g Kupfernitrat und 100 g Sand zu einem gleichmäßigen Gemisch, trocknet dasselbe bei 50° und zerdrückt von neuem die zusammengebackenen Klümpchen, bis die Sandkörner alle wieder vereinzelt sind. Von diesem trockenen Oxydationsgemisch bringt man 10 g in ein 2 cm weites Probirröhrchen, läßt 1 ccm der dargestellten Base darauftropfen, mischt mit einem Glasstab gut durch und erhitzt 10 Stunden lang im Wasserbad auf 90°. Nach dieser Zeit bildet der Rohrinhalt eine trockene, zusammengebackene, schwarze Masse, welche von der Wandung des Röhrchens abgekratzt und in einer Porzellanschale zerrieben wird. Das schwarze Pulver wird in einen 200 bis 300 ccm fassenden Erlenmeyer'schen Kolben gebracht, welcher bei 100 ccm eine Marke trägt; man füllt bis zur Marke mit absolutem Alkohol auf, kocht einmal stark auf und filtrirt die Farbstofflösung durch ein Faltenfilter. Dieses Vorgehen ist deßhalb nothwendig, weil ein Erschöpfen des Farbstoffs mit Alkohol sehr schwer ausführbar ist. Von dieser Farbstofflösung mißt man 1 ccm in einen 500 ccm-Kolben und füllt letzteren bis zur Marke mit Wasser auf. Der Farbenton dieser verdünnten Lösung giebt sichere Auskunft über die Anwesenheit von Methylalkohol im Aethylalkohol.

Man prüfte reinen Aethylalkohol und Gemische desselben mit 5, 2, 1, 0,5 und 0,2 % Methylalkohol nach diesem Verfahren. Das Ergebniß war ein überraschend gutes. Zwar ist die alkoholische Lösung des Oxydationsprodukts auch bei reinem Aethylalkohol stets sehr dunkel gefärbt, aber die letzte, sehr verdünnte Lösung ist nur sehr schwach röthlichgelb gefärbt. Bei Anwesenheit von Methylalkohol ist die verdünnte Lösung

[1]) Compt. rend. 1875. 80. 1076; Monit. scientif. [3]. 1875. 5. 627.
[2]) Ber. deutsch. chem. Gesellschaft 1873. 6. 357.

deutlich violett, und zwar umsomehr, je mehr Methylalkohol vorhanden ist. Man erhielt so eine allmählich und deutlich abfallende Farbenskala, welche eine annähernde kolorimetrische Bestimmung des Methylalkohols gestattete. Selbst die verdünnteste Methylalkohollösung (0,2 %) war noch sehr deutlich vom reinen Aethylalkohol zu unterscheiden: die Farbenskala hielt sich wochenlang unverändert.

Nachdem festgestellt war, daß das Verfahren von Riche und Bardy zum Nachweis des Methylalkohols sehr wohl geeignet ist, trat man der Prüfung des Rums auf Methylalkohol näher. Von den am Herstellungsorte entnommenen, unzweifelhaft echten Rumproben stand nur bei zweien eine zur Prüfung auf Methylalkohol genügende Menge zur Verfügung. Da voraussichtlich die Menge des Methylalkohols im Rum sehr klein war, stellte man noch einen Versuch an, um mit Benutzung der fraktionirten Destillation auch geringe Mengen Methylalkohol nachzuweisen. Man bereitete sich daher einen Branntwein mit 0,05 % Methylalkohol, unterwarf 1/2 l desselben der fraktionirten Destillation aus dem Wasserbade unter Anwendung einer Siederöhre mit 8 Kugeln und fing die ersten und die vierten 10 ccm gesondert auf. Beide gaben sehr deutliche Methylalkoholreaktion.

Nunmehr behandelte man die zwei Rumproben Nr. 3 und Nr. 7 der Tabelle S. 278 in gleicher Weise, d. h. je 1/2 l wurde fraktionirt destillirt und die ersten und vierten 10 ccm gesondert aufgefangen. Während bei Nr. 3 beide Destillate keine Spur einer Methylalkoholreaktion gaben, trat dieselbe in beiden Destillaten von Nr. 7 sehr deutlich auf. Zur erneuten Prüfung destillirte man 250 ccm des Rums Nr. 7 in folgender Weise. Unter Anwendung eines Siederohrs mit 8 Kugeln destillirte man aus dem Wasserbade 100 ccm ab, hiervon wieder 50 ccm und von diesen nochmals 25 ccm. Dieser Vorlauf gab starke Methylalkoholreaktion.

Hiermit hat sich auch die dritte Angabe von Marcano, daß im Rum Methylalkohol enthalten sei, bestätigt. Soweit unsere Kenntnisse bezüglich der Zusammensetzung der Branntweine bis jetzt reichen, scheint dem Rum und wahrscheinlich auch dem Arak eine Sonderstellung zuzukommen.

Die Untersuchungen von Marcano werfen überhaupt ein ganz neues Licht auf die Gährungsverhältnisse unter den Tropen. Ebenso wie die ganze Thier- und Pflanzenwelt unter dem Einfluß des Klimas verändert wird, scheinen auch die Gährungserreger in der heißen Zone erheblich verschieden von denjenigen in den gemäßigten Zonen zu sein. Marcano, welcher sich lange Zeit im tropischen Südamerika aufhielt, hat dies wiederholt nachgewiesen. Daß bei der freiwilligen Gährung des Rohrzuckersaftes ein von der Hefe verschiedenes Ferment thätig ist und daß die Gährungsprodukte zum Theil ganz andere sind, wurde bereits (S. 195) mitgetheilt. Auch bei der Brotgährung sind unter den Tropen andere Fermente thätig als bei uns. Die dort bei der Brotgährung entstehenden Alkoholmengen sind ganz außerordentlich groß; aus 1 kg Sauerteig erhielt Marcano[1]) durch Destillation 52,7 ccm absoluten Alkohol. Ferner wird ein alkoholisches Getränk der Peruaner, Chicha genannt, durch direkte Vergährung des Stärkemehls der Maiskörner unter dem Einfluß eines bestimmten Pilzes erzeugt[2]).

[1]) Compt. rend. 1883. 96. 1733; 97. 1070.
[2]) Compt. rend. 1882. 95. 345 und 856.

Diese Thatsachen lassen ein eingehendes Studium der unter anderen klimatischen Verhältnissen thätigen Gährungserreger als sehr erwünscht erscheinen. Denn abgesehen davon, daß diese Untersuchungen insofern einen praktischen Werth haben, als die Produkte der Thätigkeit dieser Fermente zum Theil eine Rolle im Welthandel spielen und vielleicht das heimische Gährungsgewerbe Nutzen daraus ziehen könnte, kommt ihnen unzweifelhaft eine erhebliche wissenschaftliche Bedeutung zu, da hierdurch die Kenntniß der Gährungserreger sehr wesentlich gefördert würde.

Tabelle I.

Ergebnisse früherer Untersuchungen über Cognak, Rum und Arak.

Cognak.

Tabelle I. Thl. 1.

Lfde. Nr.	Herkunft und Bezeichnung.	Alter (Jahre)	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol	Freie Säure, als Essigsäure berechnet	Gesammtester, als Essigester berechnet	Furfurol	Extrakt	Invertzucker	Rohrzucker	Asche	Analytiker
				g in 100 g								
1	Französischer Cognak	etwas jünger als 2 u. 3	0,9332	44,57	0,044	—	—	1,020	0,742	0,168	0,014	W. Fresenius[1])
2	Französischer Cognak	mehr als 15	0,9314	46,12	0,089	—	—	0,562	0,283	0,090	0,016	W. Fresenius[1])
3	Französischer Cognak	mehr als 15	0,9327	44,78	0,081	—	—	0,521	—	—	0,021	W. Fresenius[1])
4	Französischer Cognak	wie 1	0,9380	43,70	0,060	—	—	1,135	0,771	0,190	0,012	W. Fresenius[1])
5	Französischer Cognak	wie 1	0,9393	43,76	0,030	—	—	1,443	0,702	0,617	0,005	W. Fresenius[1])
6	Französischer Cognak	wesentlich jünger als 2 u. 3	0,9324	45,80	0,028	—	—	0,499	0,148	0,250	0,004	W. Fresenius[1])
7	Französischer Cognak	wesentlich jünger als 2 u. 3	0,9378	42,71	0,026	—	—	0,461	—	—	0,004	W. Fresenius[1])
8	Französischer Cognak	—	0,9365	43,70	0,026	—	—	0,505	—	—	0,004	W. Fresenius[1])
9	Aus Wiener Apotheken	—	0,9400	42,07	0,040	—	—	1,446	—	—	0,016	M. Mansfeld[2])
10	Aus Wiener Apotheken	—	0,9423	41,26	0,040	—	—	1,815	—	—	0,030	M. Mansfeld[2])
11	Aus Wiener Apotheken	—	0,9351	45,00	0,036	—	—	1,945	—	—	0,016	M. Mansfeld[2])
12	Aus Wiener Apotheken	—	0,9436	41,29	0,036	—	—	2,071	—	—	0,029	M. Mansfeld[2])
13	Aus Wiener Apotheken	—	0,9520	35,37	0,040	—	—	1,020	—	—	0,015	M. Mansfeld[2])
14	La croix rouge	—	0,9428	40,77	0,033	—	—	0,258	—	—	0,009	M. Mansfeld[2])
15	Von Berger, Wolf u. Cie.	—	0,9212	51,00	0,029	—	—	1,457	—	—	0,003	M. Mansfeld[2])
16	—	—	0,8987	61,40	—	—	—	0,716	—	—	0,010	J. König[3])
				g in 100 ccm								
17	Von Château des Andreaux (Charente)	52	—	37,71	0,015	—	0,006	0,490	—	—	—	X. Rocques[4])
18	Von Château des Andreaux (Charente)	14	—	40,87	0,048	—	0,005	0,330	—	—	—	X. Rocques[4])
19	Von Château des Andreaux (Charente)	13	—	47,63	0,033	—	0,001	0,130	—	—	—	X. Rocques[4])
20	Französischer Cognak	31	—	38,50	0,060	0,042	0,0007	0,664	—	—	—	E. Mohler[5])

[1]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 283.
[2]) Zeitschr. allgem. österr. Apoth.-Vereins 1891. 45. 21 u. 41.
[3]) J. König, Chemie der menschl. Nahr.- u. Genußmittel. 3. Aufl. Berlin 1889 bei Julius Springer. Theil 1. 996.
[4]) Bull. soc. chim. [2]. 1888. 50. 157.
[5]) Compt. rend. 1891. 112. 68.

Rum.

Tabelle I. Thl. 2.

Lfde. Nr.	Herkunft und Bezeichnung.	Alter. Jahre.	Preis für 1 Liter. Mark.	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol	Freie Säure, als Essigsäure berechnet	Gesammtester, als Essigester berechnet	Ameisensäureester	Furfurol	Extrakt	Invertzucker	Rohrzucker	Asche	Analytiker
					g in 100 g									
1	Jamaika-Rum aus den Docks in London	—	—	0,885	67,27	—	—	—	—	0,663	—	—	0,023	H. Beckurts.[1])
2	desgl. aus den Docks in Glasgow	—	—	0,875	69,62	—	—	—	—	4,800	—	—	0,089	
3	desgl. aus Bremen	—	—	0,875	83,55	—	—	—	—	0,568	—	—	0,031	
4	desgl. direkt bezogen	—	—	0,910	54,95	—	—	—	—	2,047	—	—	0,093	
5	desgl. aus Bremen	—	—	—	75 Vol. %	—	—	—	—	0,031	—	—	0,025	
6	desgl. aus Bremen	—	—	0,870	57,48	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	desgl. aus Braunschweiger Handlungen	—	—	0,875	69,62	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	desgl. aus Braunschweiger Handlungen	—	—	0,875	69,62	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	Jamaika-Rum aus Bremen	—	—	0,868	72,25	0,173	—	—	—	1,186	—	—	0,010	H. Brunner[2])
10	Rum aus Berlin	—	—	0,8868	59,10	—	—	—	—	0,709	0,131	—	0,014	H. Richter[3])
11	Demerara-Rum	—	—	0,8861	58,91	—	—	—	—	0,671	0,160	—	0,072	
12	Rum aus Berlin	—	—	0,8788	61,91	—	—	—	—	0,510	0,077	—	0,086	
13	Verschnittener Rum	—	—	0,9267	43,22	—	—	—	—	0,430	—	—	0,015	
14	—	—	—	0,9378	43,51	—	—	—	—	1,344	—	—	0,063	J. König[4])
15	Jamaika-Rum	—	—	0,8735	69,97	0,049	—	—	—	0,680	0,363	0,132	0,007	W. Fresenius[5])
16	desgl.	—	—	0,8735	69,61	0,093	—	—	—	0,611	0,324	0,005	0,006	
17	desgl.	—	—	0,8811	66,02	0,139	—	—	—	0,339	0,144	0,033	0,007	
18	desgl. mit 1/6 ff. Sprit	—	—	0,8715	68,83	0,089	—	—	—	0,495	0,257	0,010	0,005	
19	Rum Arguardiente aus Muskovado-Melasse, Cuba	—	—	0,924	47,3	0,034	0,208	—	—	0,016	0	—	0,005	
20	Sankt Lino-Alkohol aus Centrifugen-Melasse, Santa Clara, Cuba	—	—	0,812	94,0	0,006	0,218	—	—	0,006	0	—	0,002	
21	Arguardiente, Habanna	—	—	0,923	47,9	0,094	0,082	—	—	0,009	0	—	0,006	

22	Arguardiente, Refino, aus derselben Fabrik wie 21	—	—	0,870	71,0	0,048	0,016	—	—	0,009	0	—	0,002	A. Herzfeld[6])
23	Arguardiente, Refino, aus derselben Fabrik wie 21	—	—	0,903	56,9	0,088	0,256	—	—	0,019	Spur	—	0,011	
24	Rum aus Jamaika, Kingston, bezeichnet: weißer, unverfälschter Rum	—	—	0,857	76,3	0,072	1,974	—	—	0,002	0	—	0,001	
25	Rum aus Muskovado-Melasse, Habanna	—	—	0,927	46,0	0,122	0,210	—	—	0,021	0	—	0,012	
26	Rum aus Muskovado-Melasse bei 30° gewonnen	—	—	0,884	65,1	0,078	0,506	—	—	0,094	Spur	—	0,026	
27	Rum, Santa Clara, Cuba	—	—	0,813	93,4	0,010	0,088	—	—	0,018	0	—	0,003	
28	Arguardiente-Rum, Cuba	—	—	0,921	47,3	0,052	0,062	—	—	0,006	0	—	0,003	
29	Rum aus derselben Fabrik wie 28	—	—	0,876	67,8	0,026	0,076	—	—	0,014	0	—	0,005	
30	Alkohol-Rum aus derselben Fabrik wie 28	—	—	0,823	90,0	0,004	0,111	—	—	0,012	0	—	0,002	
31	Rum aus Jamaica, Herkunft unbekannt	—	—	0,856	76,9	0,010	0,208	—	—	0,036	0	—	0,001	
					g in 100 ccm									
32	—	—	—	—	40,17	0,062	—	—	0,002	0,330	—	—	—	X. Rocques[7])
33	Jamaika-Rum	16	—	—	40,17	0,096	0,106 ausschließl. Ameisenester	—	0,002	0,376	—	—	—	E. Mohler[8])
34	Martinique-Rum	—	—	—	41,36	—	0,270	0,011	—	0,364	—	—	0,062	A. Scala[9])
35	Jamaika-Rum	—	5,60	—	48,30	—	0,127	0,004	—	0,551	—	—	0,018	
36	desgl.	—	2,00	—	84,24	—	0,029	0,006	—	0,194	—	—	0 016	
37	desgl.	—	2,40	—	27,51	—	0,081	0,006	—	2,047	—	—	0,011	
38	desgl.	—	3,20	—	38,01	—	0,128	0,001	—	0,810	—	—	0,028	
39	desgl.	—	2,40	—	37,32	—	0,065	0,005	—	0,996	—	—	0,012	
40	desgl.	—	2,00	—	30,87	—	0,022	—	—	2,212	—	—	0,012	
41	desgl.	—	3,20	—	42,00	—	0,051	0,009	—	0,654	—	—	0,020	

1) Arch. Pharm. [3]. 1881. 18. 342.
2) Schweizer. Wochenschr. Pharm. 1889. 27. 61.
3) Deutsche Chem.-Ztg. 1888. 3. 186.
4) J. König, Chemie der menschl. Nahr.- und Genußmittel. 3. Aufl. Berlin 1889 bei Julius Springer. Theil 1. S. 986.
5) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 286.
6) Zeitschr. Zuckerindustrie 1890. 40. 645.
7) Bull. soc. chim. [2]. 1888. 50. 157.
8) Compt. rend. 1891. 112. 53.
9) Annali dell' Istituto d'Igiene sperimentale dell' Università di Roma 1890. 2. 175.

Arak.

Tabelle I. Thl. 3.

Lfde. Nr.	Herkunft und Bezeichnung.	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol (g in 100 g)	Freie Säure, als Essigsäure berechnet (g in 100 g)	Extrakt (g in 100 g)	Asche (g in 100 g)	Analytiker	Literatur.
1	Batavia-Arak	0,9132	52,14	0,180	0,062	0,004	W. Fresenius[1]).	[1]) Zeitschr. analyt. Chemie 1890. 29. 286.
2	desgl. mit 1/6 ff. Sprit	0,9139	51,83	0,122	0,067	0,008		
3	Soerabaja-Arak	0,9141	51,75	0,087	0,161	0,016		
4	—	0,9158	52,5	—	0,088	0,026	J. König[2]).	[2]) J. König, Chemie der menschl. Nahr.- und Genußmittel. 3. Aufl. Berlin 1889 bei Julius Springer. Theil 1. 996.

Tabelle II.

Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Proben von Cognak, Rum und Arak.

Cognak.

Lfde. Nr.	Herkunft und Bezeichnung.	Alter (Jahre)	Preis für 1 Liter unverzollt (Mark)	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol	Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprinsäure	Ameisensäure-Aethylester	Essigsäure-Aethylester	Buttersäure-Aethylester	Kaprinsäure-Aethylester	Extrakt	Invertzucker	Rohrzucker	Asche
					g in 100 g												
1	Château de la Sablière	17	—	0,9426	40,27	0	0,035	0,002	0,006	0	0,053	0,005	0,014	1,258	0,610	0,427	0,021
2	Franz. Cognak, aus Bremen bezogen	—	—	0,9223	49,75	0	0,032	0,001	0,004	0	0,049	0,001	0,010	1,282	0,240	0,615	0,020
3	Kalifornischer Cognak	—	1,90	0,9285	45,83	0	0,031	0,002	0,003	0	0,043	0,004	0,008	0,451	0,190	0,137	0,009

Rum.

Lfde. Nr.	Herkunft und Bezeichnung.	Alter (Jahre)	Preis für 1 Liter unverzollt (Mark)	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol	Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprinsäure	Ameisensäure-Aethylester	Essigsäure-Aethylester	Buttersäure-Aethylester	Kaprinsäure-Aethylester	Extrakt	Invertzucker	Rohrzucker	Asche
1	Jamaika-Rum 1	—	0,90	0,8808	66,96	0,010	0,082	0,005	0,006	0,019	0,285	0,006	0,014	0,609	0,226	0,099	0,011
2	Jamaika-Rum 2	—	1,55	0,8806	66,74	0,008	0,089	0,003	0,005	0,019	0,352	0,007	0,010	0,480	0,118	0,019	0,008
3	Jamaika-Rum 3	—	2,05	0,8809	67,08	0,010	0,103	0,005	0,012	0,022	0,625	0,009	0,031	0,799	0,301	0,110	0,001
4	Jamaika-Rum LF (sehr dick)	3	2,20	0,8789	67,42	0,008	0,077	0,006	0,009	0,017	0,571	0,003	0,014	0,781	0,308	0,086	0,010
5	Jamaika-Rum TE (ordinär)	1	0,91	0,8665	72,43	0,005	0,054	0,002	0,006	0,025	0,467	0,007	0,009	0,903	0,249	0,277	0,012
6	Jamaika-Rum C (fruchtig)	2	1,73	0,8760	68,77	0,003	0,066	0,003	0,005	0,022	0,489	0,007	0,010	0,961	0,464	0,161	0,019

7	Jamaika-Rum MNF . .	2	1,20	0,8785	67,69	0,009	0,067	0,008	0,006	0,016	0,537	0,008	0,009	0,632	0,289	0,112	0,013
8	Jamaika-Rum FAJR (Ananas)	—	1,80	0,8721	70,12	0,008	0,063	0,010	0,014	0,016	0,189	0,019	[illegible]	0,310	0,043	0,095	0,004
9	Jamaika-Rum LGC (zart)	2	1,92	0,8783	67,82	0,010	0,092	0,008	0,008	0,019	0,617	0,013	0,015	0,445	0,200	0,073	0,009
10	Kuba-Rum 1 (weiß) . . .	—	0,75	0,8780	67,57	0,014	0,120	0,003	0,003	0,016	0,582	0,006	0,009	0,072	0	0	0,005
11	Kuba-Rum, Los Caños (weiß)	1	0,60	0,8793	66,56	0,007	0,064	0,013	0,005	0,011	0,105	0,012	0,007	0,034	0	0	0,003
12	Kuba-Rum, San Antonio (weiß)	3	0,69	0,8756	68,26	0,003	0,089	Spur	0,006	0,009	0,415	Spur	0,006	0,033	Spur	Spur	0,004
13	Demerara-Rum 1 . . .	—	—	0,8792	67,46	0,014	0,082	0,008	0,005	0,020	0,338	0,007	0,010	0,624	0,192	0,024	0,023
14	Demerara-Rum PM (dunkel)	—	0,73	0,8776	68,03	0,013	0,074	0,010	0,006	0,026	0,204	0,007	0,015	0,795	0,296	0,093	0,010

Arak.

1	Batavia-Arak 1	—	—	0,9215	48,71	0,011	0,091	0,007	0,005	0,014	0,300	0,010	0,009	0,091	0,018	0,004	0,015
2	Batavia-Arak AP . . .	1	0,82	0,9156	50,82	0,010	0,137	0,012	0,003	0,005	0,162	0,005	0,010	0,079	0,008	0	0,004
3	Batavia-Arak KWT . . .	1	0,87	0,9156	50,83	0,014	0,157	0,007	0,009	0,011	0,245	0,009	0,012	0,071	0,015	0	0,007
4	Batavia-Arak KWT . . .	3	1,16	0,9157	50,83	0,021	0,182	Spur	0,004	0,010	0,227	Spur	0,014	0,085	0,004	0,019	0,017
5	Cheribon-Arak LES (durch Kohle filtrirt)	—	0,58	0,9174	50,28	0,002	0,066	0,002	0,005	0,002	0,073	0,002	[illegible]	0,080	0	0	0,031

Tabelle III.

Kaukasischer Cognak.

Untersucht im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Tabelle III.

Lfde. Nr.	Bezeichnung.	Alter. Jahre.	Spezifisches Gewicht bei 15,5°	Alkohol (g in 100 g)	Ameisensäure (g in 100 g)	Essigsäure (g in 100 g)	Buttersäure (g in 100 g)	Kaprinsäure (g in 100 g)	Ameisensäure-Aethylester (g in 100 g)	Essigsäure-Aethylester (g in 100 g)	Buttersäure-Aethylester (g in 100 g)	Kaprinsäure-Aethylester (g in 100 g)	Extrakt (g in 100 g)	Invertzucker (g in 100 g)	Rohrzucker (g in 100 g)	Asche (g in 100 g)	Fuselöl Vol. %
1	Cognak de Kiselen . . .	3	[illegible]	58,52	0,004	0,062	0,001	0,006	0,006	0,145	0,006	0,018	0,439	0,002	0,199	0,001	0,295
2	Cognak de Digomm . . .	4	0,9274	45,86	0,003	0,071	0,004	0,005	0,005	0,063	0,009	0,019	0,177	0,108	0,029	0,001	0,191
3	Cognak Elisabeth Pol . .	2	0,9376	41,25	0	0,064	0,006	0,007	0	0,090	0,008	0,014	0,969	0,131	0,756	0,010	0,128
4	Cognak de Kurdamin . .	1	0,9024	57,08	0	0,067	0,007	0,006	0	0,038	0,010	0,016	0,046	Spur	0	0,001	0,207

Ueber das Vorkommen von Streptokokken bei Impetigo contagiosa.

Von

Dr. H. Kurth,

Königl. preuß. Stabsarzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Im Sommer 1891 haben an verschiedenen Orten des Deutschen Reiches, nämlich im Dorfe Vorhop und einem Nachbardorfe des Kreises Gifhorn, ferner in der Stadt Brüel im Großherzogthum Mecklenburg-Schwerin, und im Dorfe Halen, Kreis Tecklenburg, Epidemien von Impetigo contagiosa bestanden, bei denen eine genaue bakteriologische Untersuchung durch Entnahme des Pustelinhalts, zum Theil durch die dankenswerthe Beihülfe der Herren Kreisphysiker und Impfärzte, ermöglicht wurde.

Ein Zusammenhang mit der Impfung war bei der umfangreichsten der 3 Epidemien, derjenigen des Dorfes Vorhop, mit Sicherheit deswegen auszuschließen, weil die ersten Fälle bereits im März, 2 Monate vor dem ersten Impftermin, aufgetreten waren. Bei den andern beiden Krankheitsherden waren allerdings 2 bezw. 1 Impfling innerhalb eines Zeitraumes von 9, 21 und 12 Tagen nach der Impfung erkrankt. Ein solches scheinbar verspätetes Auftreten der Impetigo contagiosa kann nach den bisherigen Erfahrungen[1]) zwar noch mit Wahrscheinlichkeit mit der vorangegangenen Impfung in Verbindung gebracht werden; indeß spricht der Umstand, daß die Mehrzahl der zugleich mit den erkrankten geimpften Kinder gesund geblieben war, gegen die Annahme, daß der Krankheitskeim der Impetigo contagiosa sich in der zur Impfung benutzten Lymphe befunden habe oder durch anderweitige Unvorsichtigkeit während der Impfung derselben in die Impfwunden gelangt sei.

Die bei der Impfung in Halen benutzte Lymphe war aus dem Königlichen Impfinstitut zu Kassel, die in Brüel benutzte aus der Stadt Schwerin bezogen.

In dem Dorfe Vorhop, welches etwa 250 Einwohner, darunter 40 schulpflichtige Kinder zählt, sind nach und nach fast alle Kinder im Alter bis zu 15 Jahren erkrankt. Die Epidemie zog sich von März ab ungeachtet aller Gegenmaßregeln bis zu Anfang September hin. Die Ansteckung erfolgte vorwiegend durch den Schulverkehr der Kinder. Es wurde wiederholt das Erkranken von auf der Schulbank benachbart sitzenden Kindern

---

[1]) Veröff. des Kais. Ges.-A. 1885, S. 272 u. 316; 1888, S. 33 ff., ferner Arbeiten aus dem K. G.-A. Band 5. Ergebnisse des Impfgeschäfts im Deutschen Reiche für das Jahr 1885 (S. 105 ff.), für die Jahre 1886 und 1887 (S. 575 ff.). Ebenda, Band 6, für das Jahr 1888 (S. 468 ff.).

beobachtet. Im Verlauf der Epidemie sind auch einige Impflinge ergriffen. In dem benachbarten Kirchdorfe Knesebeck, zu welchem Vorhop eingepfarrt ist, ist die Krankheit ebenfalls, und zwar schon im Mai aufgetreten. Nähere Nachrichten darüber liegen aber nicht vor.

Aus der etwa 1000 Einwohner zählenden Stadt Brüel sind nur 2 Fälle, ein 1jähriges und ein 12jähriges Kind betreffend, gemeldet. Das erstere ist am längsten, nämlich rund 2 Monate, krank gewesen.

In der Bauernschaft Halen, deren Häuser sehr zerstreut liegen, sind in der Zeit von Anfang Juli bis Anfang September 12 Fälle zur Kenntniß gekommen, welche gleichfalls zumeist Kinder im Alter bis zu 12 Jahren, daneben aber auch Erwachsene betreffen. Unter der genannten Zahl befinden sich mehrere Geschwister; außerdem hat auch hier der Schulverkehr die Uebertragung von einer Familie auf die andere vermittelt.

Die vorstehend gemachten Angaben sind theils den Berichten der betreffenden Herren Kreisphysiker und Impfärzte entnommen, theils durch die sorgfältigen Aufzeichnungen und Mittheilungen der Herren Schullehrer Dreyer zu Vorhop und Korspeter zu Halen erhalten.

Das Krankheitsbild unterscheidet sich nicht von dem der früheren Epidemien. Sofern es sich um Kinder handelt, ist fast stets angegeben, daß dem Ausbruch des meist sogleich in zahlreichen Bläschen auftretenden Ausschlags Störungen des Allgemeinbefindens, Niedergeschlagenheit, Appetitmangel und „Fieber“ vorangingen; jedoch liegen keine Temperatur-Messungen vor. Neben dieser „Allgemeininfektion“ ist aber auch eine offenbar lokale vorgekommen, und zwar bei Erwachsenen. Der Verfasser sah in Halen eine 30jährige Frau und ein 15jähriges kräftiges Kindermädchen, welche am Unterarm, bezw. auf Schulter und Rücken je eine fest aufliegende kreisrunde Borke darboten, die sich aus einem in Eiterung übergehenden Bläschen entwickelt hatten. Es ist schon von den früheren Epidemien her bekannt, daß auch Erwachsene ergriffen werden, und daß bei diesen der Ausschlag meist auf die „Infektionsstellen“ beschränkt bleibt.[1]) Diese Thatsache gewinnt mit Rücksicht auf die merkwürdigen, weiter unten zu besprechenden Erscheinungen, welche die aus dem Pustelinhalt gezüchteten Streptokokken bei Einbringung in den Körper weißer Mäuse hervorrufen, ein besonderes Interesse.

Der Verlauf der Krankheit war im Ganzen günstig. Todesfälle sind nirgends vorgekommen. Von ernsteren Folgekrankheiten ist nur bei einem Säugling in Halen berichtet, bei welchem im Anschluß an den sehr reichlich auf der behaarten Kopfhaut sitzenden Ausschlag sich „Kopfrose“ dazu gesellt habe. Indeß stammte diese Angabe von nicht-ärztlicher Seite.

Die bakteriologische Untersuchung des Pustelinhalts.

Die Entnahme des Inhalts der Pusteln und der unter den eitrigen Borken angesammelten Flüssigkeit geschah bei allen 3 Epidemien durch Absaugen mittelst steriler Kapillarröhrchen, nachdem zuvor die Umgebung der Pusteln gereinigt war. Die Oberfläche der Pusteln selbst läßt sich wegen der zarten Beschaffenheit der Epidermisdecke

[1]) Veröff. d. K. G.-A. 1885, S. 272.

nur schwierig reinigen, während sich dieses bei den mit Borken bedeckten Hautstellen naturgemäß gänzlich verbietet. Das übereinstimmende Ergebniß der Versuche hat indessen gezeigt, daß durch die mangelhafte Reinigung der Oberfläche keine erheblichen Fehlerquellen bedingt werden. Die zumeist als Postsendung eintreffenden Kapillarröhrchen gelangten 2—6 Tage nach Entnahme der Flüssigkeit in der bakteriologischen Abtheilung des Gesundheitsamts zur Untersuchung. In jedem Falle fanden sich sehr zahlreiche Keime darin. Dem Einwande, daß dieselben sich erst nachträglich darin vermehrt hätten, konnte (bei der Epidemie zu Halen) durch den Befund der an Ort und Stelle angefertigten Trockenpräparate begegnet werden, welch' letztere bei der Färbung zahlreiche Diplokokken und kurze Ketten zeigten. Für die bei den Untersuchungen wesentlich in Betracht kommenden Keime der Streptokokken war diese Fehlerquelle überhaupt kaum zu fürchten, da dieselben sich bei der in jenen Tagen herrschenden Lufttemperatur nur sehr langsam vermehren.

Die Kapillarröhren wurden, nach Abwaschen in 1‰ Sublimat und in sterilem Wasser, in einer Schale mit sterilem Wasser unter Wasser zerbrochen. Vom Inhalt der Röhrchen wurde jedesmal je eine Drahtspitze voll zur Plattenaussaat in Agar und zur unmittelbaren Uebertragung in Bouillon verwendet.

Bei den Krankheitsfällen in Vorhop hat Herr Kreisphysikus Dr. Langerhans zu Hankensbüttel den Pustelinhalt entnommen. Insgesammt gelangten 14 Röhrchen zur Untersuchung, die von 12 verschiedenen Fällen herstammten, und zwar war am 13. Juni von 4, am 4. Juli von 8 Fällen abgenommen. Die betreffenden Kinder standen im Alter von 9 Monaten bis zu 12 Jahren, 2 davon waren Geschwister. Die Krankheitsdauer zur Zeit der Entnahme betrug zwischen 3 Tagen und 6 Wochen, bei den meisten 8—14 Tage. Unter den untersuchten Pusteln waren ganz frische, unversehrte Blasen, ferner mehr oder minder eingetrocknete und endlich solche, bei denen es zur Bildung eitriger Borken gekommen war.

Aus Brüel stand nur die bei dem 1 Jahr alten Kinde am 55. Krankheitstage unter einer Borke abgesogene Flüssigkeit zur Verfügung. Dieselbe war durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. Mulert daselbst erhalten. Zwei frühere Sendungen ebendaher, welche am 5. bezw. 42. Krankheitstage von demselben Kinde entnommen waren, hatten sich als völlig oder nahezu keimfrei erwiesen, jedenfalls in Folge von Fehlern, welche während der Entnahme der Flüssigkeit oder bei der Untersuchung der Kapillarröhren geschehen waren.

In Dorf Halen hat der Verfasser selbst bei 2 Kindern im Alter von 11 bezw. 12 Jahren den Untersuchungsstoff entnommen. Bei dem einen, am 4. Krankheitstage befindlichen, waren drei große, mit trüber Flüssigkeit gefüllte Blasen am Nacken vorhanden, während bei dem anderen, im Beginn der 3. Krankheitswoche stehenden nur noch eine Oese voll Flüssigkeit unter einer festen Borke der Oberlippe zu gewinnen war.

Die bisherigen, wenig zahlreichen Untersuchungen über das Vorkommen von Bakterien bei Impetigo contagiosa weisen meist den Fehler auf, daß die Aussaat des

aus dem Körper stammenden Materials nur bei Zimmertemperatur und, mit einer Ausnahme, nur auf Gelatine erfolgte. Dadurch war von vornherein die Gefahr des Ueberwucherns lebhaft wachsender Keime über die etwa gleichzeitig darin enthaltenen empfindlicheren und des Uebersehenwerdens der letzteren gegeben. Zum Theil sind überhaupt keine Platten gegossen, sondern die Stammkulturen durch unmittelbaren Einstich des Pustelinhalts in Gelatineröhren gewonnen. Das trifft für die am meisten bekannt bekannt gewordene Arbeit von Pogge[1]) zu. Pogge hat 1885 auf diese Weise in mehreren Fällen einen meist in Diplokokkenform wachsenden Mikrokokkus gezüchtet, der Gelatine verflüssigt. Seine Kolonien sahen auf Platten hellbraun bis dunkelbraun aus. Nach Aussaat des Pustelinhalts in Bouillontropfen wuchsen „kleine verfilzte Massen, aus dichter Anhäufung von Kokken bestehend, an deren Rändern kurze in der Flüssigkeit flottirende Ketten hervorwuchsen.“ Pogge hat durch Einbringung seiner Gelatinekulturen in Hautschnitte bei Erwachsenen Pusteln erzeugt, in deren Inhalt derselbe Mikrokokkus sich wiederfand. Welche Bakterienart hier vorgelegen hat, ist schwer zu entscheiden. Vielleicht war es der Staphylococcus pyogenes aureus, wahrscheinlich aber waren in der Kultur außerdem Streptokokken vorhanden. Pogge glaubte, damit die Ursache der Impetigo contagiosa in Händen zu haben, und hat in dieser Meinung z. B. Pfeiffer[2]) zum Anhänger, der die erwähnten Bakterien für Staphylococcus pyogenes aureus ansieht.

Zweifellose Reinkulturen des letzteren sind durch Aussaat in Gelatineplatten von dem Kreisphysikus Dr. Vanselow[3]) zu Schlawe während der großen Epidemie im Kreise Schlawe 1887 erhalten. Die Kulturen wurden seinerzeit im Hygienischen Institut geprüft, konnten dort aber nicht als die spezifischen Krankheitserreger anerkannt werden.

Hier ist auch der Befund des Staphylococcus pyogenes aureus bei einer andern, angeblich nicht seltenen Form der Krankheit, der Impetigo Wilson's, zu erwähnen. Bockhart[4]) hat ihn hier in mehreren Fällen gefunden und als die Ursache bezeichnet, weil die Kulturen desselben, auf abgeschürfte Hautstellen eingerieben, kleine Eiterpusteln erzeugten. Dabei ist aber, wie auch wohl von Pogge, übersehen, daß dem Staphylococcus pyogenes diese Fähigkeit überhaupt zukommt. Auch ist die merkwürdige Form der bei Impetigo Wilson's schnell aufschießenden großen Eiterpusteln durch die Infektion mit den Reinkulturen keineswegs erzielt, und ebensowenig ist eine Allgemeininfektion dadurch zu Stande gekommen.

Von besonderem Interesse im Hinblick auf das Ergebniß der eigenen Untersuchungen ist endlich eine kurze Angabe von Gaffky,[5]) welcher in der schädlichen Lymphe der Protze'schen Anstalt, die 1887 die Ursache der großen Epidemien in verschiedenen

[1]) Pogge, über die Pathogenese des auf Wittow beobachteten Hautausschlages. Korrespondenzblatt des Aerztevereins des Reg.-Bez. Stralsund 1885. Nr. 22.

[2]) Pfeiffer, L. Bisherige Versuche zur Reinzüchtung des Vaccine-Kontagiums u. s. w. Zeitschr. f. Hyg. Band 3, S. 203.

[3]) Akten des Kaiserl. Gesundheitsamts.

[4]) Bockhart, M. Ueber die Aetiologie und Therapie der Impetigo, des Furunkels und der Sykosis. Monatshefte für praktische Dermatologie 1887. Bd. 6. S. 450 ff.

[5]) Veröff. des Kaiserl. Ges.-Amts 1888. Bd. 12. S. 33 ff., 88 ff.

Theilen Preußens war, reichliche Kettenkokken fand, welche die Gelatine nicht verflüssigten.

Schließlich sei erwähnt, daß Herr Kreisphysikus Dr. Langerhans bei den Krankheitsfällen zu Vorhop Streptokokken gefunden hat.

Die vom Verfasser angestellten Untersuchungen haben in jedem Falle Streptokokken, und zwar überall in reichlicher Zahl, auffinden lassen. Aus der geringen Menge Pustelinhalt, welche an der Spitze eines dünnen Platindrahts haften bleibt, waren nach 24stündigem Verweilen bei 36° meist 10—20 000 Kolonien derselben in der Agarplatte aufgegangen. Unter 19 untersuchten Pusteln enthielten 8 die Streptokokken in Reinkultur. Im Inhalt der 11 übrigen fand sich daneben der Staphylococcus pyogenes aureus, oft nur in wenigen Kolonien (circa 100), oft in ebenso reichlicher Menge wie die Streptokokken selbst. Im letztgenannten Falle war die Reinzüchtung der Streptokokken schwierig, und außerdem ein Uebersehen derselben in der Plattenkultur leicht möglich. Die Methode der unmittelbaren Aussaat in Bouillon[1]) gab jedoch in jedem Falle einen sicheren Fingerzeig für die Anwesenheit der Streptokokken.

Mitunter war von 2 gleich großen, unmittelbar nebeneinander sitzenden Pusteln, die eine ganz frei von dem Staphylokokkus, während die andere reichliche Keime desselben enthielt. In manchen Fällen fand sich derselbe schon im Inhalt von scheinbar unverletzten, geschlossenen Blasen, andererseits fehlte er aber auch gelegentlich in der Flüssigkeit, welche unter Wochen lang bestehenden Borken hervorquillt.

Nach dem Vorstehenden ist anzunehmen, daß dem Staphylococcus pyogenes aureus nur die Rolle eines nebensächlichen Begleiters der Krankheit zukommt. Andererseits erklärt sich durch die Thatsache seines häufigen Vorkommens, daß die Streptokokken in den früheren Epidemien übersehen sind. Zumal bei Aussaat in Gelatineplatten ist es beinahe unmöglich, in einem Gemisch der beiden Bakterienarten die langsam wachsenden Streptokokken zu entdecken.

Das Interesse an dem Vorkommen der letzteren wurde nun dadurch erhöht, daß sich an ihnen sichere Unterscheidungsmerkmale im Vergleich mit den bisher bekannten Streptokokkenarten feststellen ließen. Die von 10 Fällen durch Uebertragung einer einzelnen Plattenkolonie erhaltenen Reinkulturen — 7 aus Vorhop, 1 aus Brüel, 2 aus Halen — verhielten sich dabei nahezu gleich. Die Erkennung der Streptokokken, welche von Impetigofällen herstammen, gründet sich auf ihr Verhalten zum Körper der weißen Mäuse. Diese werden bei subkutaner Impfung, mittelst Einspritzung des Bodensatzes eintägiger, schwach alkalischer Bouillonkultur, ohne Ausnahme in 4—6, meistens in 5 Tagen getödtet. (Es wurde allen Mäusen, auch bei den Versuchen mit anderen Streptokokken, etwa der 6. Theil des in 7 ccm Bouillon gewachsenen Bodensatzes, also verhältnißmäßig eine große Menge von Keimen neben einer geringen Menge Kulturflüssigkeit eingeführt.)

[1]) H. Kurth, Ueber die Unterscheidung der Streptokokken u. s. w. — Arbeiten aus dem Kaiserl. Ges.-Amt, Bd. 8, S. 413 und 414.

Nach dem Tode der Mäuse finden sich die Streptokokken nur in dem an der Impfstelle und deren nächster Umgebung vorhandenen Eiter, während das Blut, die inneren Organe und die Lymphdrüsen völlig keimfrei bleiben. Dieses Merkmal ist für jede der 10 gewonnenen Reinkulturen an mindestens 4 Mäusen, bei einigen an 20—30, geprüft und hat in keinem Falle versagt, sofern die Impfung in der genannten Weise ausgeführt wurde. Bei Einspritzung von 0,3—0,5 ccm einer gut umgeschüttelten Bouillonkultur kommt es gleichfalls, aber nicht so regelmäßig, zu demselben Erfolg. Andererseits ist bis jetzt von keinem Streptokokkus anderer Herkunft Aehnliches berichtet. Soweit auf das Eindringen in den Körper der Mäuse bisher geachtet ist, besitzen alle bisher beschriebenen, Mäuse tödtenden Streptokokken diese Eigenschaft in hohem Grade und entfalten sie auch in jedem Falle. Dieses ist z. B. in zahlreichen Versuchen mit den Streptokokken der Druse von Schütz, oder mit dem Streptococcus conglomeratus vom Verfasser dargethan. Zur Gewinnung einer noch größeren Sicherheit sind vom Verfasser eine Anzahl anderer, von verschiedenen Seiten freundlichst überlassener, Mäuse tödtender Streptokokkenkulturen geprüft, welche aus einem schweren Falle von Pyaemie, von einem phlegmonösen Erysipel, von einem Fall von Brustseuche beim Pferde, von 2 Fällen tödtlich endenden Scharlachs, von 2 Fällen von Abszeß mit Sepsis und endlich aus einer Zellgewebsentzündung am Unterarm, welche am 27. März 1890 die Amputation erfordert hatte, gewonnen waren. Nur bei der letztgenannten, durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. E. Fränkel zu Hamburg erhaltenen Kultur traten ähnliche Eigenschaften wie bei den Streptokokken der Impetigofälle zu Tage. Unter 7 damit geimpften und gestorbenen Mäusen blieben zweimal die inneren Organe und das Blut keimfrei, in den übrigen Fällen waren sie jedoch von Streptokokken erfüllt. Aber wenn auch gelegentlich sonst noch dasselbe Verhalten bei Streptokokkenkulturen anderer Herkunft als von Impetigo gefunden werden sollte, so erleidet dadurch die Verwerthung dieses Erkennungsmerkmals für die Praxis keine erhebliche Einschränkung; dem steht entgegen, daß es anderweitig zu selten, bei Impetigo aber so auffallend regelmäßig vorkommt. Außerdem ist es, mit Rücksicht auf das weiter unten zu besprechende merkwürdige Verhalten der Virulenz der „Impetigostreptokokken" — so sei es der Einfachheit halber gestattet, dieselben zu nennen, unbeschadet der Frage, ob sie die Ursache dieser Krankheit sind oder nicht — nicht ausgeschlossen, daß sie sich auch an anderweitigen Krankheitsvorgängen gelegentlich betheiligen.

In der Form des Wachsthums auf festem Nährboden unterscheiden sie sich nicht von den bisher bekannten geschlängelten Streptokokken, z. B. denen des Erysipels. Auch bei Züchtung in Bouillon tritt kein besonders charakteristisches Bild zu Tage. Immerhin verdient hervorgehoben zu werden, daß sich auf diesem Nährboden sämmtliche Reinkulturen folgendermaßen verhielten: Die Bouillon bleibt während des Wachsthums fast klar; während der ersten 48 Stunden schweben jedoch zahlreiche 10—40gliedrige geschlängelte Ketten einzeln und zu kleinen Haufen zusammengeballt in der Flüssigkeit. Daneben besteht ein reichlicher, weißer Bodensatz, der sich aus kleinsten rundlichen Flöckchen zusammensetzt. Bei stärkerem Umschütteln löst er sich gänzlich auf, kehrt aber nach Verlauf einiger Stunden in derselben Form wieder. Die Ketten sind

im Vergleich mit den anderen „geschlängelten" Streptokokken auffällig weniggliedrig („kurz"), jedoch reihen sich die Impetigostreptokokken nach der Summe ihrer übrigen Eigenschaften ungezwungen in dem vom Verfasser gegebenen Schema[1]) unter die geschlängelten Streptokokken ein. Größere Schwierigkeit würde in diesem Falle die Anwendung des von Lingelsheim'schen Schemas[2]) der „kurzen" und „langen" Streptokokken verursachen.

Die Lebensdauer der Kulturen in Bouillon beträgt zum mindesten 4 Monate. Diese lange Lebensfähigkeit ist durch Anwesenheit vereinzelter lebender Keime im Bodensatz bedingt. Die überwiegende Mehrzahl der Zellen stirbt im Verlauf des ersten und zweiten Monats ab. Auch diese Eigenschaft haben die Impetigostreptokokken mit den anderen geschlängelten gemein, mit dem Unterschiede, daß beim Streptococcus conglomeratus das Absterben der Zellen früher beginnt. Bei erhöhter Temperatur büßen sie ebenso schnell wie die übrigen geschlängelten Streptokokken ihre Lebensfähigkeit ein. Bei einer 8 Minuten dauernden Anwärmung im Wasserbade von 21° bis auf 60° wuchsen die nach 5 Minten mit einer Temperatur von 50° aus dem Wasserbade genommenen, frisch geimpften Bouillonröhrchen noch aus, dagegen die 3 Minuten später 60° messenden nicht mehr.

Die mit den Impetigo-Streptokokken geimpften weißen Mäuse bieten ein wesentlich anderes Krankheitsbild als z. B. dasjenige bei der Infektion durch Streptococcus conglomeratus ist. Während hier, je länger die Krankheit dauert, umso deutlicher wässrige Durchtränkung des gesammten Unterhautzellgewebes eintritt, welche die Maus größer und von überall rundlicher Form erscheinen läßt, ist bei den mit Impetigostreptokokken geimpften Mäusen ein zunehmender Wasserverlust erkennbar. Sie werden immer magerer; die Körperformen werden eckiger, insbesondere gilt dieses von der Gegend des Rückgrats, welches schließlich von der Maus fast rechtwinklig gebogen getragen wird. Dabei sind die Mäuse auffallend unruhig; sie bleiben nicht lange auf einer Stelle sitzen. Es scheint, daß sie von Durst gequält werden; sie trinken häufig und reichlich. Gegen Ende der Krankheit setzen sie sich mit Vorliebe auf erhöhte Stellen des Käfigs, z. B. auf Brodstückchen.

Nicht minder abweichend ist der Leichenbefund. Die Haut ist schwer abziehbar, das Unterhautzellgewebe erscheint sehr trocken, die Hautvenen zeigen geringe oder gar keine Blutfüllung, die Lymphdrüsen in den Achselhöhlen und am Bauche sind meist klein, schlaff, von trockener Schnittfläche. An der Impfstelle findet sich in jedem Falle Eiterung. Dieselbe überschreitet meist den durch die Impfung geschaffenen Wundkanal nur wenig. In der Regel ist derselbe in seiner ganzen Ausdehnung in eine eiterbedeckte Fläche verwandelt. Nicht selten sind aber nur hier und da im Verlauf desselben kleine Eiterherde, oft kaum von Linsengröße, vorhanden, sodaß man sich kaum entschließen kann, dieselben für die Todesursache anzusehen. Die Streptokokken kommen, wie gesagt, nur in dem Eiter, in diesem allerdings in reichlichster Menge, vor.

Unter den, für das Zustandekommen der gedachten Infektion der Mäuse noth-

[1]) l. c., S. 470.
[2]) von Lingelsheim, Experimentelle Untersuchungen u. s. w. über Streptokokken. Zeitschr. f. Hyg. Band 10, S. 55.

wendigen Vorbedingungen ist besonders hervorzuheben, daß die dazu verwendeten Bouillonkulturen **nicht älter als 24 Stunden** sein dürfen. Nur in diesem Falle tritt jedesmal der Tod innerhalb der Zeit von 4—6 Tagen ein. Die Fähigkeit, innerhalb dieser Grenzen schneller oder langsamer zu tödten, haftet den einzelnen Reinkulturen andauernd an; während die eine stets zwischen dem 4. und 5. Tage nach der Infektion tödtet, ist dies bei einer anderen nicht vor Beginn des 6. Tages der Fall. Der Verlauf ist so regelmäßig, daß 2 zu gleicher Zeit geimpfte Mäuse meist mit nur 1—2 Stunden Unterschied sterben. Beziehungen zwischen der verschiedenen Zeitdauer der Giftwirkung der Kulturen und zwischen der Herkunft derselben, d. h. je nach dem Ort und dem Krankheitstage, wo sie gewonnen sind, lassen sich nicht erkennen.

Werden Bouillonkulturen, die mehr als 24 Stunden alt sind, zur Infektion verwendet, so wird das Ergebniß unsicher. Es wird zwar auch durch 10—14 Tage alte Kulturen Eiterung und Borkenbildung an der Impfstelle erzeugt, indeß bleiben die Thiere dann stets überlebend und sind nach etwa 14 Tagen genesen. Die 2—10 Tage alten Kulturen tödten etwa in einem Drittel bis in der Hälfte der Fälle, dabei beträgt aber die Krankheitsdauer 7—8 Tage. Auch in diesem Falle finden sich die Streptokokken nur in dem Eiter der Impfstelle wieder.

Die **schnelle Abnahme der tödtlichen Giftwirkung der Bouillonkulturen ist ein weiteres, den Impetigostreptokokken eigenthümliches Merkmal.** Im Gegensatz dazu tödtete z. B. eine 19 Tage alte Bouillonkultur des Streptococcus conglomeratus, (Kultur Nr. 18[1]), eine 22 Tage alte des aus dem Falle von Pyaemie gezüchteten, und eine 4 bezw. 8 Tage alte des Streptococcus bei Brustseuche in derselben Weise wie 24 Stunden alte Kulturen.

Wird der Weg der **Infektion durch Einspritzen in die Bauchhöhle** eingeschlagen, so tritt in jedem Falle in der kleinen Stichwunde der Haut des Bauches Eiterung auf, die ein wenig auf den benachbarten Theil des Bauchfells übergreift. Man findet alsdann auf letzterem, entsprechend der Einstichstelle, eine pilzförmige Erhabenheit. Zu einer allgemeinen Vereiterung des Bauchfells kommt es indeß nur ausnahmsweise. Mitunter findet sich eine Eiterschicht auf der oberen Fläche der Leber In zwei Fällen, wo zur Einspritzung 3 Tage alte Kulturen verwendet waren, und der Tod nach 7 bezw. 9 Tagen eintrat, war das Bauchfell frei von Eiter, dagegen eine ausgedehnte eitrige Entzündung des Herzbeutel- und Brustfells beiderseits vorhanden. Die Lymphdrüsen und das Blut der großen Gefäße waren frei von Streptokokken.

Bei **Kaninchen** ruft die Einbringung in Taschenwunden am Ohre oder die Einspritzung von 1tägiger und von 6tägiger Bouillonkultur unter die Haut an der unteren Hälfte des Ohres 4—8 Tage anhaltende Anschwellung und Röthung des Ohres und gelegentlich auch Abszeßbildung und Eiterung der Impfwunde hervor. Dann aber tritt schnell Genesung ein.

Die Einbringung von 2- bezw. 4tägiger Bouillonkultur in Taschenwunden der Bauchhaut bei 2 **Hunden** hatte keinen nennenswerthen nachtheiligen Einfluß. In den ersten 3 Tagen waren die Wundränder etwas geröthet und geschwollen, es bildete sich eine eben sichtbare Borke, dann aber trat Heilung ein.

[1] H. Kurth. l. c. S. 427, 444 ff.

Das plötzliche Auftreten erhöhter Giftigkeit und der Fähigkeit, im Blut und in den Organen der weißen Mäuse zu leben.

Während der Thierversuche hatte es sich wiederholt — im Ganzen bei 3 von verschiedenen Fällen stammenden Kulturen — ereignet, daß Mäuse, welche mit dem, von der Impfstelle gestorbener Mäuse stammenden Eiter oder mit Bouillonkulturen der unmittelbaren Aussaat solchen Eiters, geimpft waren, 2—3 Tage darauf bereits todt waren. Bei der Sektion zeigten sie das Bild der allgemeinen Streptokokkeninfektion und aus dem Blute und den inneren Organen ließen sich reichliche Kolonien von Streptokokken züchten, die ihrerseits bei Weiterimpfung weiße Mäuse in 1 bis 2 Tagen und unter denselben Erscheinungen tödteten. Es lag zunächst die Annahme nahe, daß hier eine Verunreinigung durch einen zufällig eingedrungenen sehr virulenten Streptococcus vorliege. Es wurde festgestellt, daß diese veränderte Giftwirkung nur bei dem Eiter solcher Mäuse vorkam, welche auffällig lange krank gewesen waren. Die Ergebnisse waren aber bei den mit ein und demselben Eiter geimpften Mäusen oft ungleich, dergestalt, daß die eine das gewöhnliche Bild der Infektion durch die Impetigostreptokokken und Freibleiben des Blutes und der inneren Organe zeigte, während die andere in kürzerer Frist und unter dem Bilde der allgemeinen Streptokokkenüberschwemmung zu Grunde ging. Erst wenn mit den Reinkulturen dieser Streptokokken aus dem Blute oder aus den Organen weiter experimentirt wurde, waren die Versuchsergebnisse gleichmäßig und eindeutig.

Eine genauere Prüfung dieses abweichenden Verhaltens der Impetigostreptokokken erschien schon aus dem Grunde nothwendig, da nunmehr ihr Erkennungszeichen, das Beschränktbleiben auf den Eiter der Impfstelle, in Frage gestellt war.

Wiewohl der Umstand, daß — von einer Ausnahme abgesehen — niemals andere Bakterienarten als Verunreinigung in dem Eiter oder gar in den inneren Organen aufgefunden wurden, an sich schon dagegen sprach, daß die mit der Fähigkeit, in das Blut und die Organe lebend einzudringen begabten Streptokokken — nennen wir sie die „im Blute lebende“ im Gegensatz zu der „an der Impfstelle lebenden“ Form — nur eine zufällige Verunreinigung der oberflächlich gelegenen Impfstelle sein könnten, erschien doch der Ausschluß dieser Möglichkeit durch eine sichrere Versuchsanordnung geboten. Nach mancherlei vergeblichen Versuchen wurde dieses auf folgendem Wege erreicht. Es zeigte sich, daß Kulturen der örtlich bleibenden Impetigostreptokokken, welche in einer Mischung von $^1/_3$ Hammelserum und $^2/_3$ Bouillon 24 Stunden lang gewachsen sind, stets dieselbe Wirkung auf weiße Mäuse ausüben wie der nach langdauernder Krankheit entnommene Eiter der Impfstelle. Die aus dem Blute und den Organen dieser Mäuse reingezüchteten Streptokokken behalten die Fähigkeit im Blute zu leben nunmehr gleichfalls, wie es scheint, beliebig lange Zeit, jedenfalls länger als 2 Monate, bei.

Bei den nachfolgenden Besprechungen, welche die Erklärung dieser auffallenden Thatsache bezwecken, ist streng zu unterscheiden zwischen den in Serum-Bouillon gewachsenen und den aus dem Thierkörper gezüchteten Streptokokken. Nur den letzteren wohnt die Eigenschaft, im Blute zu leben, dauernd inne. Die in der Serum-Bouillon

befindlichen Streptokokken bedürfen einer wesentlich anderen Beurtheilung. Sie mögen einstweilen als ein Uebergangszustand betrachtet werden.

Von den 10 zur Verfügung stehenden Reinkulturen der Impetigostreptokokken ist nur ein Theil dem Versuch der Züchtung in Serum-Bouillon mit nachfolgender Impfung auf weiße Mäuse unterworfen. Wie schon erwähnt, war bei 3 Kulturen die Zunahme der Giftigkeit bereits zufällig während der Thierversuche entdeckt. Diese 3 Kulturen, von denen 2 aus der Epidemie zu Vorhop, eine aus der zu Halen gewonnen waren, hatten gemeinsam, daß sie von solchen Krankheitsfällen abstammten, die in den ersten 8—14 Tagen der Krankheit standen. Es ist nur eine dieser 3 Kulturen mittelst Züchtung in Serum-Bouillon in den Kreislauf und die Organe weißer Mäuse gebracht und dadurch in derselben Weise verändert worden wie die durch die Verimpfung des Eiters umgewandelte Stammkultur. Dieser Versuch möge des Beispiels halber hier angeführt werden.

Am 27. November, Mittags 1 Uhr, wird 2 ausgewachsenen weißen Mäusen ein Theil des Bodensatzes einer eintägigen Serum-Bouillonkultur von Impetigostreptokokken des Fall 1 aus Vorhop, welcher am 3. Krankheitstage untersucht war, unter die Rückenhaut gespritzt. Der Stichkanal ist $2^1/_2$ cm lang. — Am 29. November Morgens vor 9 Uhr sind die beiden Mäuse todt und werden auf Eis gelegt. Die Sektion wird am 30. November gemacht und Lymphdrüsen, Milz, Leber, Herzblut und Abstrich der Impfstelle mittelst Aussaat in Bouillon und in Agarplatten untersucht. Am 1. Dezember sind auf allen Platten um die ausgesäeten Körpertheile herum reichliche Streptokokkenkolonien gewachsen, die Bouillonröhrchen enthalten überall Streptokokken in Reinkultur. Von der Platte der Achseldrüse der einen Maus wird eine Kolonie in Bouillon übertragen, und am 2. Dezember um 2 Uhr Nachmittags von dem Bodensatz dieses Bouillonröhrchens 2 weißen Mäusen je ein Theilstrich unter die Rückenhaut gespritzt. Am nächsten Tage sind beide bereits vor 9 Uhr Morgens todt. Die sogleich gemachte Sektion ergab dasselbe wie bei den am 29. November gestorbenen beiden Mäusen.

Die anderen beiden Kulturen zeigen, ebenso wie die im vorstehenden Versuch verwendete, in ihrer im Blute lebenden, durch Verimpfung von Eiter aus dem Thierkörper gewonnenen Form völlige Uebereinstimmung mit der durch den obengenannten Versuch erhaltenen.

Von den übrigen sind noch 2 demselben Versuch unterworfen.

Die eine, von einem 2 Tage alten Fall aus Vorhop stammende, hat fast dasselbe wie die des Fall 1 ergeben; die mit der eintägigen Serum-Bouillonkultur geimpften Mäuse starben innerhalb 48 Stunden. Die Impfung mit den Streptokokken aus den Organen einer dieser Mäuse tödtete von 2 Mäusen die eine nach 4, die andere nach 16 Tagen. Die Streptokokken waren in Blut und Organen überall reichlich vorhanden.

Die andere, den nach 14tägiger Krankheit untersuchten Fall 2 aus Halen betreffend, tödtete nach 24stündigem Wachsthum in Serum-Bouillon 2 Mäuse erst nach 3 Tagen und fand sich auch im Blute und den Organen derselben lebend. Indessen vermochten die aus der Bauchdeckendrüse einer dieser Mäuse gezüchteten Streptokokken nach 24stündigem Wachsthum in Bouillon die eine von 2 weißen Mäusen erst nach 5, die zweite gar nach 8 Tagen zu tödten, und waren alsdann nur in dem Eiter der Impfstelle nachweisbar.

Bei Wiederholung des letzteren Versuchs an 2 weiteren Mäusen mittelst einer nochmals frisch gezüchteten 24 Stunden alten Bouillonkultur aus der Leber fanden sich indeß die Streptokokken in Blut und Organen der einen, am 4. Tage gestorbenen Maus. Die andere, am 6. Tage gestorbene, konnte nicht obduzirt werden.

Das Ergebniß dieser Versuche ist, daß bei allen untersuchten Stammkulturen die Verimpfung eintägiger Saat aus Serum-Bouillon Ueberschwemmung des Körpers mit lebenden Streptokokken hervorruft. Dagegen zeigen sich bei den, aus dem Körper der Mäuse weitergezüchteten Generationen nicht unerhebliche Unterschiede in der Entfaltung der allgemeinen Giftwirkung. Immerhin geht zur Genüge hervor, daß außer der örtlich bleibenden Form, welche aus dem Inhalt der Impetigopusteln gewonnen wird, eine durch gewisse Versuchsbedingungen erzeugte im Blut und in den Organen lebende Form der Impetigostreptokokken zu unterscheiden ist.[1])

Die aus dem Blute oder aus den inneren Organen der weißen Mäuse gezüchteten Impetigostreptokokken verhalten sich den schon bekannten anderen im Blute lebenden Streptokokken sehr ähnlich. Im Nachfolgenden soll nur die mittelst Serum-Bouillonimpfung aus dem Körper der weißen Mäuse reingezüchtete Form der Kultur von Fall 1 zu Vorhop, weil am genauesten geprüft, besprochen werden. Durch morphologische Merkmale unterscheidet sie sich nicht von der örtlich-giftig bleibenden Form, insonderheit nicht beim Wachsthum in Bouillon. Es verdient jedoch hervorgehoben zu werden, daß fast in allen Fällen die erste Generation, d. h. diejenigen Kulturen, welche zum ersten Mal aus dem Blut oder den Organen der Mäuse durch unmittelbare Aussaat erhalten wurden, einerlei, ob zur Impfung Eiter oder Serum-Bouillonkulturen verwendet waren, sehr starke Trübung der Bouillon bei fast völligem Fehlen von Bodensatz hervorrief. Aber schon bei der zweiten Generation war dieses nicht mehr der Fall.

Beim Vergleich mit den im Blute lebenden Streptokokken der Brustseuche und den Kulturen von Streptococcus conglomeratus tritt das völlige Fehlen der Bildung fester Häute und Schuppen in Bouillon hervor. Dieses letztere Zeichen muß ich auch nach meinen weiteren Erfahrungen als ein für die Wiedererkennung der betreffenden Kulturen wichtiges hinstellen, mit der bereits früher gegebenen Einschränkung, daß es vorübergehend, bei veränderten Versuchsbedingungen, verschwinden kann, um aber alsbald wiederzukehren, sobald die Kultur von Neuem durch den Mäusekörper gegangen ist. Es ist dabei vor den Täuschungen zu warnen, die durch die bei vielen anderen Streptokokkenkulturen vorkommende Bildung von zusammenhängenden größeren oder kleineren Flocken am Boden bedingt werden. Man wird vor Verwechslungen geschützt, wenn man die Kulturen jedesmal kräftig umschüttelt. Dabei lösen sich jene Flocken gänzlich auf.

Bezüglich des Verhaltens im Thierkörper ist die Aehnlichkeit mit den genannten und noch manchen anderen Kulturen sehr groß. Die im Blute lebende Form der Impetigostreptokokken reiht sich insofern den giftigsten an, als sie die Mäuse meist in 24—48 Stunden tödtet. Sie übertrifft darin die 3 vom Verfasser beschriebenen Kulturen des Streptococcus conglomeratus[2]) erheblich.

[1]) Es ist bereits erwähnt, daß bei Verimpfung des Eiters von Mäusen, welche mit den 3 mehrbesprochenen Kulturen geimpft waren, sehr ungleiche Ergebnisse zu Tage traten. Dieses gilt zugleich für 2 weitere Kulturen, auch insofern, als bei dem Versuch der Fortzüchtung durch Uebertragung des Eiters von einer Maus auf die andere nur ein Theil dieser Mäuse starb. Deßhalb ist auch die Verwendung des Eiters als Impfstoff bei Arbeiten auf diesem Gebiet im Allgemeinen als unzweckmäßig zu bezeichnen.

[2]) a. a. O. S. 440 ff.

Das Krankheitsbild der Mäuse und der Leichenbefund zeigen keine nennenswerthen Unterschiede. Es sei hier auf die für den Streptococcus conglomeratus gemachten Angaben hingewiesen.[1]) Wenn der Tod in 24—48 Stunden erfolgt, ist der Leichenbefund allerdings insofern anders, als die Milz nicht so groß und prall, und an der Impfstelle noch kein flüssiger Eiter gefunden wird. Die letztere ist alsdann nur mißfarben. Fast regelmäßig findet sich daneben starke gelbliche Trübung und Verdickung des Gewebes in der vom Rücken zu den Bauchdeckendrüsen verlaufenden Strecke der Leistenfalte, mitunter auch in einer oder in beiden Achselhöhlengegenden. Dieselbe scheint durch eine Einlagerung von Eiterkörperchen bedingt zu sein. Auffällig bleibt dabei, daß die bei länger als 2 Tage dauerndem Krankheitsverlauf wiederholt beobachtete Bildung von flüssigem Eiter niemals die eben beschriebenen Gegenden, sondern stets nur den Impfstich und seine nächste Umgebung betraf, und daß, je ausgeprägter hier die Eiterung war, umso weniger dort die genannten Veränderungen erkennbar waren.

Die aus den Organen der Mäuse gezüchtete, mit der Fähigkeit im Blut zu leben, dauernd begabte Form der Impetigostreptokokken theilt mit den anderen im Blute lebenden Streptokokken auch die bereits auf Seite 301 berührte Eigenschaft, daß eine Bouillonkultur derselben, auch nach wochenlangem Stehen, die Giftwirkung fast unverändert behält. Die Versuche hierüber erstrecken sich bis zu einer Beobachtungsdauer von 18 Tagen. Eine um diese Zeit verimpfte Bouillonkultur tödtete 2 weiße Mäuse in weniger als 40 Stunden unter den gewöhnlichen Erscheinungen. Dieses ist somit zugleich ein erheblicher Unterschied von der örtlich bleibenden Form der Impetigostreptokokken.

Es erübrigt nunmehr die nähere Besprechung der Züchtungsversuche in Serum-Bouillon, bei welchen zweifelsohne der Schlüssel zu dem Geheimniß der plötzlichen Umwandlung der giftigen Eigenschaften der Impetigostreptokokken gelegen ist. Zunächst war leicht festzustellen, daß mit dem zunehmenden Alter der Kultur in Serum-Bouillon die Fähigkeit, in das Blut und in die Organe der Mäuse einzudringen, bald aufhört. Schon bei 4 Tage alten Kulturen ist auf ein sicheres Gelingen dieses Versuches nicht mehr zu rechnen. Dabei scheint die Umwandlung der Eigenschaften der Serum-Bouillonkultur unvermittelt vor sich zu gehen. Entweder die Mäuse sterben in 1—4 Tagen, und dann finden sich die Streptokokken überall im Körper, oder aber die Kultur zeigt dieselben Eigenschaften wie mehrere Tage alte Kulturen der an der Impfstelle bleibenden Form. Im letzteren Falle erkranken die Mäuse nur vorübergehend mit Eiterung an der Impfstelle, oder sie sterben nach 6 Tagen oder noch später, wobei die Streptokokken auf die Impfstelle beschränkt bleiben. Das letztere war z. B. bei der auf Seite 22 erwähnten Kultur der Fall, die zuerst am 27. November zum Versuch benutzt war. 2 weiße Mäuse, welche am 23. Dezember, also 26 Tage später, damit geimpft wurden, starben am 29. Dezember und ließen nur in dem reichlich an

[1]) a. a. O. S. 436 ff.

der Impfstelle enthaltenen Eiter Streptokokken auffinden. Es wurde zugleich am 23. Dezember durch Plattenaussaat einer Oese der gut umgeschüttelten Kultur festgestellt, daß die Zahl der lebenden Keime erst um etwa zwei Drittel der ursprünglichen vermindert war.

Schon auf Grund des obigen Versuches konnte geschlossen werden, daß die nach 24 Stunden aus der Serum-Bouillon entnommenen Streptokokken, obwohl sie zu dieser Zeit die Fähigkeit besitzen, im Blut und in den Organen zu leben, noch keineswegs der aus dem Körper herausgezüchteten Form gleichwerthig sind. Durch nachstehenden Versuch wurde dieses auch auf einem anderen Wege bestätigt.

Am 10. Dezember wird ein Bouillonröhrchen geimpft mit den Streptokokken von einer 24stündigen Serum-Bouillonkultur der an der Impfstelle allein lebenden Form, und am 11. Dezember 2 weißen Mäusen je 1/4 ccm dieser Bouillonkultur eingespritzt. Beide sterben nach 4 Tagen. Die Streptokokken finden sich nur im Eiter der Impfstelle wieder.

Durch das 24stündige Wachsthum in Serum-Bouillon hatten also die Impetigostreptokokken keine dauernde Veränderung erlitten.

Es erschien somit sehr wahrscheinlich, daß entweder die Serum-Bouillon selbst oder aber ein durch das Wachsthum in derselben gebildeter, leicht verschwindender, den Streptokokken gar nicht oder doch nur sehr lose anhaftender Stoff den Eintritt derselben in das Blut und in die Organe ermögliche. Die erstere Annahme wurde durch folgenden Versuch als unrichtig erwiesen:

2 weiße Mäuse werden mit einigen Tropfen des Bodensatzes einer 24stündigen Bouillonkultur der örtlich bleibenden Form, die mit der doppelten Menge steriler Serum-Bouillon vermengt sind, subkutan geimpft. Dieselben sterben 5 Tage nach der Impfung. Nur im Eiter der Impfstelle sind Streptokokken auffindbar.

Es ist noch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß ein größerer Keimgehalt der Kulturen in Serum-Bouillon die Ursache des Uebertritts der Streptokokken in das Blut sei. Wenngleich die Menge des Bodensatzes in Bouillon und in Serum-Bouillon, mit bloßem Auge geschätzt, ziemlich gleich erscheint, möchte ich doch diese Annahme nicht ohne Weiteres von der Hand weisen. Vorläufig mangelt es aber an einer sicheren Methode zur Feststellung der Keimzahl bei den Streptokokken. Bei der gewöhnlichen Art, Platten aus einer umgeschüttelten Kultur zu gießen, entspricht die Zahl der auswachsenden Kolonien nicht der vorhandenen Keimzahl, da eine jede Kolonie ebensogut aus einer längeren Kette wie aus einem losgelösten Gliede derselben entstanden sein kann. Nach meinen, in dieser Weise ausgeführten Untersuchungen scheint die Keimzahl in den Bouillonkulturen der örtlich lebenden Form etwas geringer zu sein als in Serum-Bouillon, indeß keineswegs in dem Verhältniß, daß dadurch allein die Verschiedenheiten in der Giftwirkung sich erklären. Auch bei dem zunehmenden Alter der Kulturen ist die Abnahme der Keimzahl bei beiden ziemlich übereinstimmend.

Weitere Schlüsse auf diesem Gebiet gestatten die bisher ausgeführten Versuche nicht.

Es möge schließlich betont werden, daß die vorstehenden Versuche nur zur Klärung der einen Frage: „was hindert und was befördert den Uebertritt der Streptokokken von der Impfstelle aus in das Blut und in die Organe?“ in Betracht kommen können. Für die Entstehung der mit der Fähigkeit im Blute zu leben dauernd begabten

Form, welche erst aus dem Blut und den Organen der weißen Mäuse gewonnen wird, muß in erster Linie die Einwirkung des lebenden Körpers der Mäuse selbst als Grund herangezogen werden.

Die Entstehung der im Blut lebenden Form aus der nur an der Impfstelle sich vermehrenden stellt — freilich im umgekehrten Sinne — das Gegenstück dar zu den bei der Immunisirung sich vollziehenden Vorgängen. Während dort das Blut die Fähigkeit erhält, die Bakterien abzutödten, haben dieselben in unserem Falle die Kraft erlangt, in demselben lebend zu bleiben. Es muß dahingestellt bleiben, ob die nur an der Impfstelle lebende Form der Impetigostreptokokken als „abgeschwächte" bezeichnet werden darf. Die Thatsache, daß die Mäuse der oft nur kleinen örtlichen Eiterung ausnahmslos erliegen, spricht vielmehr für das Vorhandensein eines besonders starken, fernwirkenden Giftes.

Es sei noch einer Versuchsreihe hier Erwähnung gethan, welche angestellt wurde, um zu prüfen, ob vielleicht die an der Impfstelle lebende Form der Impetigostreptokokken zu irgend einer Zeit der Krankheit sich im Blut und in den Organen findet. Eine Anzahl Mäuse wurden gleichzeitig geimpft und nun nach 1, 2 und 3 Tagen durch Chloroform getödtet und die Organe durch Aussaat in Bouillon und auf Platten untersucht. Zu keiner Zeit fanden sich jedoch die Streptokokken anderswo als an der Impfstelle. Zugleich wurde derselbe Versuch mit einer auch im Blut lebenden Kultur, dem in 4—8 Tagen tödtenden Streptococcus conglomeratus, Kultur Nr. 18, angestellt. Hier zeigte sich, daß 3 Stunden nach der Einspritzung unter die Rückenhaut die Streptokokken noch nicht über die Impfstelle vorgedrungen waren. Nach 24 Stunden und später fanden sie sich dagegen bereits regelmäßig im Blut und in den Organen. In die Lymphdrüsen scheinen sie nach diesen, allerdings nicht zahlreichen Versuchen, erst zuletzt einzudringen.

In beiden Versuchsreihen wurde übereinstimmend das Auftreten einer mit dem bloßen Auge erkennbaren Eiterung für die Zeit zwischen dem 2. und 3. Krankheitstage festgestellt.

Die säurebildenden Eigenschaften der Impetigostreptokokken.

Es ist bereits bekannt, daß beim Wachsthum der Streptokokken in künstlich hergestellten Nährböden Säure gebildet wird. v. Lingelsheim[1]) hat sie für verschiedene 24 Stunden alte Bouillonkulturen übereinstimmend auf 2—4 ccm Normalsäure im Liter (schwach alkalischer, 5—7 ccm Normallauge enthaltender) Bouillon bestimmt.

Eine vorläufige Nachprüfung dieser Thatsache an mehreren Streptokokkenkulturen hat ergeben, daß diese Zahl, je nach der Reaktion der Nährbouillon, sich erheblich verändert, und daß außerdem bei den Kulturen verschiedener Herkunft allerdings bleibende Unterschiede vorkommen.

Die Untersuchungen sind vom Verf. nur an Bouillonkulturen angestellt. Die Bestimmung der Reaktion wurde durch Titriren mit $^1/_{10}$ Normal Natronlauge, bezw.

[1]) l. c. S. 348.

Schwefelsäure ausgeführt. Als Indikator diente frisch bereitetes Lackmuspapier. Die untersuchten Kulturen waren in 20 ccm Bouillon 48 Stunden lang bei 36° gewachsen. Zu der im Nachstehenden mitgetheilten Versuchsreihe war ein Liter Bouillon in 5 Kolben vertheilt, denen durch Hinzufügen von Natronlauge, bezw. Schwefelsäure folgende Reaktion gegeben wurde:

1. Sauer: I = 3,5 ccm Normal-Säure im Liter.
2. Alkalisch: II = 1,5 ccm
III = 6,5
IV = 11,5
V = 16,5 Normal Alkali im Liter.

Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende Kulturen:

	Menge der gebildeten Säure in Kubikcentimetern Normalsäure auf 1 Liter berechnet in Bouillon vom Gehalt				
	I (3,5 N. S.)	II (1,5 N. A.)	III (6,5 N. A.)	IV (11,5 N. A.)	V (16,5 N. A.)
1. Impetigo, die Impfstelle nicht überschreitende Form von Fall 1 zu Halen	0,9	4,0	7,7 7,7	8,4	.
2. Desgl. von Fall 1 zu Vorhop .	0,25	4,0	4,6 3,4	7,1	10,2
3. Impetigo, im Blut lebende Form, aus der Maus gezüchtet, von Fall 1 zu Vorhop	1,5	2,7	4,6 3,4	6,0	7,7
4. Strept. conglomeratus, aus Scharlachmilz (Kultur 18) . .	.	.	2,1 3,4	.	.
5. Dieselbe Kultur, aus der Achseldrüse einer Maus gezüchtet . .	.	.	2,1	4,0	.
6. Dieselbe Kultur, aus der Achseldrüse einer anderen Maus gezüchtet	.	.	.	4,0	.
7. Strept. conglomeratus, aus einem anderen Fall von Scharlach	.	.	3,4 3,4	3,4	.
8. Strept. bei Brustseuche (aus der Achseldrüse einer mit dem Eiter von Brustseuche geimpften Maus gezüchtet)	.	.	8,4	7,0	.

Es ergiebt sich hieraus unzweifelhaft, daß die Menge der gebildeten Säure mit der Zunahme des Alkaligehalts der Bouillon durchschnittlich erheblich steigt. Die Ungenauigkeiten in dem Ergebniß bei 2, in Nährböden gleicher Reaktion gewachsenen Kulturen eines und derselben Streptokokkus (z. B. Kultur 1, 2 und 3, in Reihe III) rühren wohl eher von der Schwierigkeit her, welcher das sichere Feststellen des Eintritts der neutralen Reaktion in der Bouillon unterliegt, wie von Ungleichheiten in der säurebildenden Fähigkeit der betreffenden Kultur.

Das zweite Ergebniß ist, daß die Impetigostreptokokken auffallend viel Säure bilden, erheblich mehr z. B. als der auch im Blut lebende Strept. conglomeratus.

Die im Blut lebende Form der Impetigostreptokokken scheint etwas weniger Säure zu bilden als die, welche die Impfstelle nicht überschreitet. Das Ergebniß bei den Brustseuchestreptokokken aber beweist, daß die Eigenschaft geringerer Säurebildung keineswegs durchweg den im Blute lebenden Streptokokken zukommt, und damit wird es zugleich sehr fraglich, ob die geringen Unterschiede in der Säure bildenden Fähigkeit der beiden Formen der Impetigostreptokokken bei der Erklärung der auf die Impfstelle beschränkt bleibenden und der allgemeinen Infektion in Betracht kommen.

Sind die bei Impetigo gefundenen Streptokokken eine besondere Art und die Ursache der Krankheit?

Die im vorhergehenden Abschnitt mitgetheilten Veränderungen in der Giftwirkung, welche durch die Züchtung in Serumbouillon hervorgerufen werden, dürfen nach meinen bisherigen vergleichenden Untersuchungen als ein weiteres Merkmal der „Impetigostreptokokken" gelten. Eine Anzahl von Streptokokken-Kulturen, welche nach 24stündigem Wachsthum in Bouillon nur vorübergehende Eiterung an der Impfstelle, ohne Allgemeininfektion, erzeugen, zeigten, nach 24stündigem Wachsthum in Serumbouillon, keine Aenderung ihrer Giftwirkung. (Diese Kulturen sind bei Erysipel, Gangrän und Influenzapneumonie gewonnen und vom Verfasser bereits an anderer Stelle[1]) näher beschrieben.) Aber auch bei den im Blut lebenden Formen, z. B bei Strept. conglomeratus Kultur No. 18, bleibt die Krankheitsdauer und der Leichenbefund der Mäuse nach Verimpfung von 1tägigen Kulturen in Serumbouillon ebenso wie bei Verimpfung von Bouillonkulturen.

Die Summe aller aufgeführten Merkmale der bei Impetigo gefundenen Streptokokken läßt es im hohen Grade wahrscheinlich erscheinen, daß wir in ihnen eine besondere Art vor uns haben. Wenn dieses feststeht, würde damit die weitere Frage, ob sie die Ursache der Krankheit sind, zu bejahen sein, denn sie fanden sich in allen untersuchten Fällen. Auch die Ergebnisse des Thierexperiments würden hier bedingungsweise zur Bestätigung dienen können, denn die rein örtlich bleibende, die Impfwunde kaum überschreitende Eiterbildung bei Mäusen ist recht wohl, besonders am 2. und 3. Tage nach der Impfung, mit der Impetigopustel beim Menschen zu vergleichen. Aber es ist ja überhaupt nach neuerer Erfahrung mit vielen anderen, als Ursache menschlicher Infektionskrankheiten zu betrachtenden Bakterienarten nicht immer möglich, das entsprechende Krankheitsbild bei Thieren zu erzeugen.

Der Umstand jedoch, daß die durch das Experiment erzeugte, im Blut lebende, Form der „Impetigostreptokokken" von den vielen anderen im Blut lebenden Streptokokkenkulturen kaum oder gar nicht zu unterscheiden ist, mahnt zur Vorsicht. Es wäre ja auch folgender Fall möglich. Angenommen, daß die Impetigo-Krankheit durch eine bisher noch unbekannte Ursache, etwa durch Protozoën, erzeugt wird, so könnten solche mit der Fähigkeit, im Blute zu leben, begabte Streptokokken erst nachträglich in die Blasen einwandern und dort unter dem Einfluß der Säfte des menschlichen Körpers, also in diesem Falle des Inhalts der Impetigoblasen, in die örtlich bleibende Form umgewandelt

[1]) l. c. S. 468 Kultur 1, 6, 13.

werden. Freilich wird diese Annahme wiederum unwahrscheinlich durch die Thatsache, daß solche im Blut lebende Streptokokken bis jetzt überhaupt erst verhältnißmäßig selten gefunden worden sind.

Wie dem aber auch sei, das Auffinden der nur an der Impfstelle sich vermehrenden Form von Streptokokken ist für praktische Zwecke, insonderheit für die Erkennung der Impetigokrankheit bleibend ein wichtiges Zeichen. Freilich ist der Nachweis derselben wegen der umständlichen Vorbereitung für den praktischen Arzt, besonders auf dem Lande, kaum möglich. Er wird sich günstigenfalls damit begnügen müssen, in Präparaten des Pustelinhalts Ketten aufzusuchen oder durch die unmittelbare Uebertragung des Pustelinhalts in Bouillon das Vorhandensein eines Bodensatzes von Ketten nach 24stündigem Aufenthalt bei Brütofenwärme nachzuweisen. In solchen Fällen aber, wo das allgemeine Interesse es erheischt, wird der genauere Nachweis durch Entnahme des Pustelinhalts in sterile Kapillarröhren und Einsendung derselben an geeignete Untersuchungsstellen leicht zu erreichen sein, ebenso wie dies bei den vorstehenden Untersuchungen geschehen ist.

Für die Frage, ob es gelingen werde, bei den geschlängelten Streptokokken mehrere Arten zu unterscheiden, — eine Frage, die mit Rücksicht auf die Aetiologie des Erysipels geradezu brennend ist — scheint das Ergebniß der vorstehenden Arbeit eher eine Vereinigung der bisher beschriebenen Arten zu einer oder wenigen Gruppen in Aussicht zu stellen, denn in unserem Falle ließ sich bei 2 anscheinend grundverschiedenen Formen die Entstehung der einen aus der anderen mit Sicherheit nachweisen. Indeß ist es auch möglich, daß einer jeden Streptokokkenart ein größerer Kreis von verschiedenen Entwickelungszuständen zukommt. Dabei können dann die verschiedenen Kreise in einigen Punkten Uebereinstimmung zeigen, oder — um das Bild fortzusetzen — an einer Stelle sich schneiden, ohne daß sie sich deshalb zu decken brauchten. In diesem letzten Sinne könnte z. B. die Uebereinstimmung der im Blut lebenden Form der Impetigostreptokokken mit anderen schon bekannten aufgefaßt werden.

Mittheilungen aus dem bakteriologischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

(Vorstand: Regierungsrath Dr. Petri.)

1. Ueber die Bereitung der Nährbouillon für bakteriologische Zwecke.

Von

Dr. R. J. Petri und **Dr. Albert Maaßen,**

Regierungsrath Hülfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

In der letzten Zeit hat man bei der Bereitung der Nährböden dem Grade ihrer Alkalität mit Recht eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und es sind von verschiedener Seite, so von Behring, Kitasato, Schultz, Reinsch, v. Lingelsheim u. A. Vorschläge zur genauen Titrirung der Nährböden gemacht worden.

Die Grundlage unserer gebräuchlichsten Nährböden bildet die aus dem Fleischwasser durch Kochen erhaltene Fleischbrühe. Dieselbe ist für blaues Lackmuspapier stets sauer. Der Säuregrad steigt sowohl mit dem Lebensalter des Thieres als auch mit dem Aufbewahrungsalter des Fleisches. Auf diese übrigens den Physiologen seit lange bekannte Thatsache hat letzthin Kitasato[1]) wieder aufmerksam gemacht. Gegen empfindliches[2]), rothes Lackmuspapier, reagirt jedoch die Brühe (besonders aus frischem Fleisch) schwach alkalisch. Das Fleischwasser ist demnach amphoter. Auch für rothes Lackmoidpapier erweist sich die Fleischbrühe deutlich alkalisch. Dieses eigenthümliche Verhalten der Bouillon ist durch die darin vorkommenden Salze der Phosphorsäure bedingt. Die primären Salze der dreibasischen Phosphorsäure (z. B. KH_2PO_4) verhalten sich dem Lackmusfarbstoff gegenüber wie eine Säure, die sekundären Salze (z. B. K_2HPO_4) dagegen wie eine Base; eine Lösung, die beide Salze enthält, reagirt amphoter, und endlich ist die Reaktion der tertiären Salze (z. B. K_3PO_4)[3]) stark alkalisch.[4]) Aehnlich verhalten sich die löslichen Phosphate auch gegen Rosolsäure.

---

[1]) Kitasato, Ueber den Rauschbrandbazillus und sein Kulturverfahren. Zeitschr. f. Hygiene 1889. Bd. 6. S. 109.

[2]) Unser Lackmuspapier war aus glattem, sogen. englischem Postpapier durch Bestreichen nur einer Seite desselben mit empfindlicher, guter Lackmuslösung hergestellt.

[3]) Diese Salze werden auch als Mono-, Di- und Triphosphate der betreffenden Metalle bezeichnet.

[4]) Näheres über die Ursache dieses Verhaltens der Phosphate findet man bei: Berthelot, Recherches sur les acides polybasiques. Annal. de Chim. et de Phys. [5.] 9. 1876 S. 1. Derselbe Sur la neutralité chimique des sels et sur l'emploi des matières colorantes dans le dosage des acides. ebend. [6.] 6. 1885. S. 506.

Ein ganz anderes Verhalten zeigen die Salze der Phosphorsäure indessen bei Anwendung von Methylorange und Lackmoid einerseits und von Phenolphtaleïn und Kurkuma andererseits[1]) Primäre Phosphate verändern weder Methylorange noch Lackmoid, verhalten sich also diesen Indikatoren gegenüber nicht wie eine Säure, sie lassen auch farbloses Phenolphtaleïn und gelbes Kurkumapapier unverändert, während sie rothes Phenolphtaleïn farblos und braunes Kurkumapapier gelb machen. Sekundäre Phosphate zeigen auf Phenolphtaleïn und auf Kurkumapapier überhaupt keine Einwirkung; indessen lassen sie nelkenrothes Methylorange gelb und zwiebelrothes Lackmoidpapier blau werden. Tertiäre Phosphate verhalten sich wie freies Alkali. Sie färben gelbes Kurkumapapier braun und röthen farbloses Phenolphtaleïn.

Durch sinngemäße Anwendung dieser verschiedenen Indikatoren kann man demzufolge die Acidität bezw. Alkalescenz in Flüssigkeiten mit gelösten Phosphaten genau titriren. Bei gewissen thierischen Flüssigkeiten, z. B. der Milch[2]), hat man von dieser Methode denn auch schon des Oefteren Gebrauch gemacht, für die Bouillon ist dies jedoch unseres Wissens in zielbewußter Anwendung noch nicht geschehen, und man spricht meist ohne jegliche Berechtigung von einer neutralen Bouillon.

Auch die Angaben in Betreff der Alkalität einer Bouillon sind, wenn man die Titration mit Lackmus oder Rosolsäure vorgenommen hat, durchaus ungenau. Eine zuverlässige Auskunft über die Acidität oder Alkalescenz einer Fleischbrühe kann man nur durch titrimetrische Bestimmung mit Anwendung von Phenolphtaleïn (Kurkumapapier) und Lackmoidpapier als Indikatoren erhalten.[3])

Auf empirischem Wege ist N. K. Schultz[4]) dazu gekommen, bei der Titrirung der Bouillon das Phenolphtaleïn anzuwenden. Die Forscherin erhielt mit Rosolsäure, Methylorange und Lackmustinktur keine verläßlichen, scharfen Ausschläge; sie nannte die Lösung neutral, wenn der weitere Zusatz von einem Tropfen (etwa 0,05 ccm) ihrer Natronlauge die rothe Färbung des Phenolphtaleïns hervorrief. Da eine solche Bouillon nur noch sekundäre Phosphate enthält, so ist sie in der That für Phenolphtaleïn und Kurkuma neutral, für Lackmus und Rosolsäure dagegen stark alkalisch. Wohl die meisten Bakterien wachsen in solcher Fleischbrühe ganz gut, einer ganzen Anzahl von Mikroorganismen sagt aber das etwas reichlich vorhandene sekundäre Phosphat nicht

[1]) Siehe hierüber die Arbeiten von: Robert T. Thomson, Zeitschr. für analyt. Chemie 1885. 24. S. 222. Derselbe, Chemical News 52, 18., derselbe, Zeitschrift f. analyt. Chemie 1888 27. S. 48, ferner A. Joly, Compt. rend. T. 88. S. 529 und T. 102 S. 316.

[2]) F. Soxhlet, Journal für prakt. Chemie. N. F. Bd. 6. S. 1. Heintz, ebend. S. 374. F. Soxhlet und Th. Henkel, Repert. der analyt. Chemie 7. S. 61. Pfeiffer. die Analyse der Milch. 1887. S. 59. Escherich, Beiträge zur Frage der künstlichen Ernährung. Jahrb. für Kinderheilkunde XXXII. Heft 1 S. 14 u. 15. G. Courant, Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie 1891. Bd. 50. S. 109. H. C. Plaut, Ueber die Beurtheilung der Milch nach dem Verfahren der Säuretitrirung. Archiv für Hygiene 1892. Bd. 13. Heft 2. S. 134.

[3]) Die Anwesenheit von Ammoniak macht die Benutzung des Phenolphtaleïns beim Titriren unmöglich, daher kann die Alkalescenz von Bakterienkulturen, in denen Ammoniak bezw. Abkömmlinge desselben enthalten sind, nicht damit, sondern nur mit Lackmus bezw. Rosolsäure unter vergleichender Hinzuziehung der ursprünglichen Bouillon annähernd bestimmt werden.

[4]) N. K. Schultz, Zur Frage von der Bereitung einiger Nährsubstrate. Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk. Bd. 10. S. 52.

zu, und sie gedeihen besser in einer Bouillon, die neben dem sekundären auch noch primäres Phosphat enthält. Wir ziehen es deshalb vor, die Alkalescenz einer jeden Bouillon sowohl für Phenolphtaleïn als auch für Lackmus festzustellen. Letzteres geschieht mit Hülfe der Tüpfelprobe auf empfindliches blaues Lackmuspapier, bis eine schwache Verstärkung des blauen Farbentones erfolgt. Dann tritt auch bei Anwendung von Rosolsäure eine schwache Röthung ein. Lackmustinktur ist zu diesem Zwecke unbrauchbar. — Wir unterscheiden demnach zwischen einer „Lackmusbouillon" und einer „Phenolphtaleïnbouillon". Bei der Bereitung der festen Nährböden ziehen wir fast durchweg die Einstellung auf Lackmus vor.

Das Alkalitätsoptimum liegt für die meisten Bakterien zwischen dem Gehalt der Lackmusbouillon und dem der Phenolphtaleïnbouillon. Nach unseren Versuchen scheinen nur wenige Bakterien bei einem Gehalt der Bouillon an tertiärem Phosphat gut zu gedeihen. Bei stärkerem Alkalizusatz, zum Theil auch schon in der Phenolphtaleïnbouillon, scheiden sich die Kalk- und Magnesiumsalze fast vollständig aus, so daß die Bouillon an diesen Salzen verarmt. Vielleicht setzt dieser Umstand den Werth der Bouillon als Nährboden für gewisse Bakterien herab. Geht man von der wie angegeben titrirten Lackmusbouillon aus und kennt die Alkalimenge, welche zur Phenolphtaleïnneutralität ausreicht, so ist es leicht, den für das Wachsthum günstigsten weiteren Alkalizusatz nach Kubikcentimetern Normallauge für den Liter festzulegen.

Die Darstellung der Bouillon selbst gestaltet sich demnach in folgender Weise:

Frisches, gehacktes, fettarmes Fleisch wird mit der nöthigen Menge Wasser (wir nehmen destillirtes) 1 Stunde stehen gelassen, darauf 3 Stunden lang bei ungefähr 60° ausgezogen und alsdann 1/2 Stunde gekocht und darauf filtrirt. Nach dem Erkalten wird der Säuregrad des Fleischwassers in herausgenommenen Proben von 10—20 ccm bestimmt. In der Regel erfordern 10 ccm bis zur Lackmusreaktion 1,8 ccm, bis zur Phenolphtaleïnreaktion 3 ccm 1/10 Normal-Natronlauge. Die aus dem Fleische der verschiedenen Thiere gewonnene Brühe zeigte in dieser Beziehung keine auffallenden Unterschiede. Abermaliges kurzes Erhitzen darf eine Aenderung der Reaktion nicht herbeiführen.[1]) Nach dem Alkalizusatze und nach der Hinzugabe von Pepton und Kochsalz muß die Bouillon noch einige Zeit, am besten auf freiem Feuer 1/4 Stunde lang, gekocht und alsdann heiß filtrirt werden. Bei zu langem bezw. zu oft wiederholtem Kochen wirkt ein Ueberschuß von sekundärem oder tertiärem Alkaliphosphat auf Pepton und ähnliche Körper zersetzend ein. Es entsteht Schwefelalkali und Ammoniak, und der Werth der Bouillon wird beeinträchtigt.

Die Bouillon sowie die daraus bereiteten Nährböden müssen möglichst frisch verwendet und im Dunkeln aufbewahrt werden. Roux[2]) hat gezeigt, daß die gleichzeitige

---

[1]) Nach Kitasato verbrauchen 100 ccm Fleischbrühe 20—22 ccm einer Lösung von 5,3 g Natriumkarbonat (trocken) im Liter. (1/10 N. L.) Nach Schultz verbrauchen 1000 ccm Bouillon zur Neutralisirung bis zur Phenolphtaleïnprobe 20—25 ccm einer 4%igen Natronlauge. (N. L.) Nach v. Lingelsheim kommen auf 1 Liter Bouillon 25 ccm Normal-Natronlauge. Nach Kruse und Pansini beträgt der Säuregehalt nicht neutralisirter Fleischbrühe durchschnittlich 5 Tropfen 1/10 Normalsäure auf 5 ccm.

[2]) **Roux**, De l'action de la lumière et de l'air sur les spores de la bactéridie du charbon. Annales de l'Institut Pasteur 1887. No. 9.

Einwirkung des Sonnenlichtes und des Luftsauerstoffes durch chemische Veränderungen, wahrscheinlich durch Oxydation, die Nährböden für das Auskeimen von Bakteriensporen ungeeignet macht. Bei einem höheren Gehalt der Bouillon an Kohlehydraten (Zucker) trat dieser ungünstige Einfluß von Licht und Sauerstoff besonders deutlich hervor. Durch Zurückbringen ins Dunkle erholten sich die Nährböden von dieser Schädigung etwas. Im Einklang hiermit und eine Erklärung für diese Vorgänge anbahnend sind die Versuche von C. Wehmer[1]) über die Abnahme der Oxalsäuremenge in verdünnten, keimfreien Lösungen unter dem Einflusse des Lichtes und der Luft. Auch Kitasato[2]) hat angegeben, daß durch längeres Aufbewahren die Bouillon an Nährwerth verliert.

Der Nährwerth einer Bouillon für das Bakterienwachsthum steigt im Allgemeinen mit ihrem Gehalt an gelösten Bestandtheilen, ist aber auch, wie unsere Versuche mit Nährsalzlösungen ergaben, abhängig von dem Verhältniß der anorganischen Salze zu den übrigen gelösten Stoffen. Je reichlicher die letzteren vorhanden sind, desto gehaltreicher darf die Bouillon auch an Mineralsalzen sein. Bei gleichem Gehalt an organischen Nährstoffen kann die eine Bouillon wegen Ueberschuß an Mineralsalzen durchaus ungeeignet, die andere dagegen nur in Folge ihres geringeren Salzgehaltes geeignet für das Bakterienwachsthum sein. Es ist daher nöthig, durch genügend langes und zweckentsprechendes Ausziehen des Fleisches ein recht gehaltreiches Fleischwasser zu bereiten, damit möglichst viel von eiweiß- bezw. peptonähnlichen Nährstoffen gelöst wird.

2. Ein bequemes Verfahren für die anaërobe Züchtung der Bakterien in Flüssigkeiten.

Von

Dr. R. J. Petri und Dr. Albert Maaßen,
Regierungsrath Hülfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Wir haben uns für die anaërobe Kultur der Bakterien eigene Gefäße anfertigen lassen. Dieselben erwiesen sich als recht brauchbar. Sie haben von den bisher bekannten einige kleine Vorzüge voraus. Für kleine Flüssigkeitsmengen bis etwa 10 ccm dienen Gefäße von der in Fig. 1 abgebildeten Form. Für Mengen bis zu 100 ccm benutzen wir die Form Fig. 2.[3])

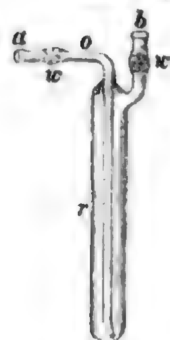


Fig. 1.

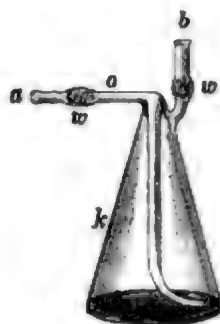


Fig. 2.

In die trocken sterilisirten und bei w mit Wattepfropfen versehenen Gefäße wird nach Lüftung des einen Watteverschlusses die Nährflüssigkeit durch b eingefüllt,

[1]) C. Wehmer, Zur Zersetzung der Oxalsäure durch Licht und Stoffwechselwirkung. Berichte der deutschen Botan. Gesellsch. 1891. Bd. 9 Heft 7, S. 218.

[2]) Kitasato, Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift. Zeitschr. f. Hygiene 1891 Bd. 10. S. 2?0.

[3]) Die Gefäße und das kleine Gestell sind bei Dr. Rob. Muencke angefertigt worden.

wenn nöthig, noch einmal sterilisirt und dann das Impfmaterial ebenfalls durch b eingebracht. Die Ansätze b sind so weit geblasen, daß man mit größeren Platinösen oder auch mit Glasröhren bequem in das Innere der Gefäße hineinreichen kann. Die Röhrchen von der Fig. 1 werden alsdann in ein in Fig. 3 wieder gegebenes, kleines Gestell eingelegt. Die Röhre mit der besäten Kulturflüssigkeit kommt in die halbcylindrische Messinghülse m, die vermittelst 4 starker Messingdrähte auf dem Brett h in wagerechter Lage befestigt ist und wird durch die Schließe s und den Verschlußdraht b festgehalten. Der Hals des kleinen Gefäßes ruht dabei in dem schnabelförmigen Ende a der Messingrinne, so daß das Zuleitungsrohr a (Fig. 1) nach unten, das weitere Rohr b nach oben gerichtet sind. Die Nährlösung breitet sich alsdann in dünner Lage aus. Die Größenverhältnisse sind so gewählt, daß 10 ccm Flüssigkeit bequem bei dieser wagerechten Lage des Röhrchens Platz haben, ohne in das Rohr b hineinzuspülen. Das in der Axe der Gefäße befindliche, nach unten sich etwas verjüngende Zuleitungsrohr für den Wasserstoff ist, wie die Figur zeigt, leicht nach der entgegengesetzten Gefäßwand umgebogen, so daß beim Umlegen des Röhrchens die innere Oeffnung des Zuleitungsrohres frei wird. Der Wasserstoff kann alsdann in kräftigem Strome durchgeleitet werden, ohne daß das lästige, bei eiweiß- und peptonhaltigen Flüssigkeiten so störende Schäumen eintritt. Das Kölbchen Fig. 2 wird, um jegliches Schäumen zu vermeiden, am besten in ein Gestell schräg eingeklemmt. Hat die Durchleitung des in üblicher Weise gereinigten Wasserstoffgases genügend lange gedauert (meist ist schon in 5 Minuten alle Luft aus dem Röhrchen verdrängt), so wird noch während des Durchleitens in die Oeffnung von b ein gut schließender Kautschuckstöpsel möglichst fest eingesetzt. Den Gummischlauch am Zuleitungsrohr bei a kann man nun in der bisher üblichen Weise zuklemmen und abschneiden. Die Quetschhahnverschlüsse sind aber besonders im Brutschrank auf die Dauer nicht dicht, und außerdem kommen dieselben, wenn man eine größere Anzahl von Kulturgefäßen verwenden will, recht theuer.

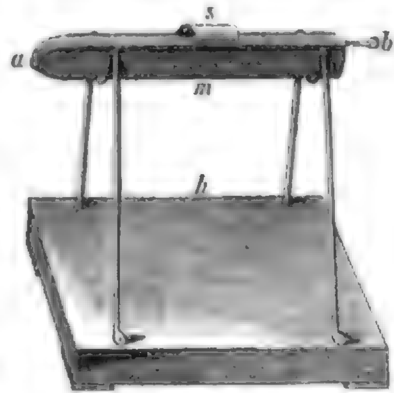


Fig. 3.

Wir ersetzen sie daher durch den bekannten Glasstabverschluß. Um diesen **ohne Unterbrechung des Wasserstoffstromes** anbringen zu können, haben wir die in Fig. 4 etwas verkleinert wiedergegebene Vorrichtung ersonnen, welche für derartige Zwecke empfohlen werden kann. Der kurze, beiderseits rund abgeschmolzene Glasstab c, welcher zum Verschluß dienen soll, liegt während des Durchleitens in der Weise, wie die Abbildung es zeigt, in einem nicht allzudünnwandigen Glasröhrchen a, welches in den zuleitenden Gummischlauch eingeschaltet ist. Er darf das Röhrchen nur zum Theil ausfüllen, damit der Wasserstoff ungehindert an ihm vorbei kann. In dem unteren Abschnitte des zuleitenden Gummischlauches steckt bis d locker ein dünneres aber starkwandiges Glasröhrchen b. Wenn man den Wasserstoffstrom unterbrechen will, also nachdem das Kulturgefäß bei b (Fig. 1 oder 2) mit dem kleinen Kautschuckstöpsel verschlossen worden ist, so schiebt man mit dem Röhrchen b das Glasstäbchen c

Fig. 4.

in dem Zuleitungsgummischlauch bis an die Oeffnung von a (Fig. 1 oder 2) vor, so daß die Glastheile fest aneinander liegen und zieht dann vorsichtig das Glasrohr a (Fig. 4) aus dem Gummischlauche heraus. Man kann zur größeren Sicherheit noch den Gummischlauch und den hervorstehenden Theil des Kautschuckstöpsels in b mit dickem Kollodium überziehen. In die so verschlossenen Gefäße kommt selbst bei wochenlangem Bebrüten kein Sauerstoff hinein. Zieht man es dennoch vor, die Gefäße zuzuschmelzen, so läßt man die Ansätze bei a und b etwas länger anfertigen und schmilzt diese in bekannter Weise ab. Erwartet man in der Kultur einen Ueberdruck, so kann man bei o in das Zuleitungsrohr eine Kugel einblasen lassen. Zur Prüfung auf Schwefelwasserstoff setzt man ein Röllchen Bleipapier auf den Wattepfropfen zwischen w und b.

3. Eine Flasche zur Sterilisation und zur keimfreien Entnahme von Flüssigkeiten.

Von

Dr. R. J. Petri und **Dr. Albert Maaßen,**

Regierungsrath Hülfsarbeiter

am Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Zur keimfreien Entnahme steriler Flüssigkeiten (Wasser, Nährlösungen, Bouillon, Serum u. a.) haben wir uns das nebenstehend abgebildete Gefäß anfertigen lassen. Dasselbe, aus einem Stücke geblasen, verträgt die Sterilisation sowohl durch trockene Hitze als auch durch strömenden Dampf.

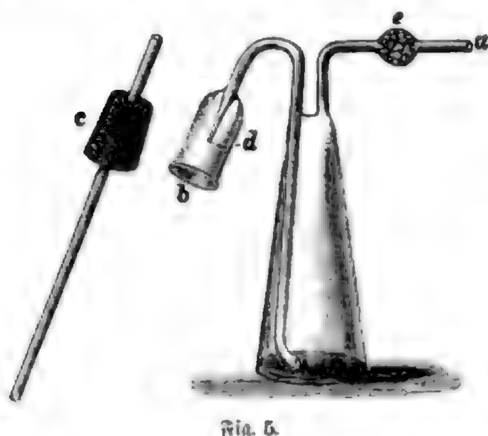


Fig. 5.

Behufs Füllung werden von der trocken sterilisirten Flasche die Verschlußpfropfen bei a und b entfernt, und in b ein Kautschukstöpsel c eingesetzt, welcher das in die Flüssigkeit eintauchende Entnahmerohr trägt. Dasselbe wird soweit nach oben vorgeschoben, daß die Ausflußspitze d seinen oberen Theil ausfüllt. Durch sanftes Ansaugen von a her, am besten vermittelst einer Wasserstrahlpumpe, wird die Flüssigkeit durch das im Innern der Flasche hart über dem Boden sich öffnende Steigrohr bis zur gewünschten Höhe angefüllt. Nach Entfernung des Entnahmerohres werden die Watteverschlüsse wieder aufgesetzt und das Ganze im strömenden Dampf sterilisirt. Blutserum kann in dieser Flasche sehr bequem nach dem von Kirchner angegebenen Chloroform-Verfahren sterilisirt werden. In der kleinen Kugel bei e befindet sich ein Wattebausch als Schutz gegen Eindringen von Keimen beim Entnehmen von Flüssigkeit. Zur Entnahme wird der Watteverschluß bei b entfernt, und der Hals des Aufnahmegefäßes in die kleine Glocke bis über die Ausflußspitze d ein-

geführt. Durch Blasen bei a entleert man die gewünschte Flüssigkeitsmenge und setzt dann bei b den Watteverschluß wieder auf. Der glockenförmige Ansatz bei b schützt die Ausflußspitze gegen den Luftstaub. Das handliche Gefäß ist leicht zu reinigen. Wir haben eine Anzahl solcher Flaschen[1]) seit längerer Zeit im Gebrauch; dieselben widerstanden öfterem Erwärmen und Reinigen gut.

[1]) Dieselben werden von der Firma Dr. Robert Muencke in Berlin geliefert.

Beiträge zur Biologie der krankheitserregenden Bakterien insbesondere über die Bildung von Schwefelwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufs.

Von

Dr. R. J. Petri und Dr. Albert Maaßen,
Regierungsrath Hülfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Inhalt:

Auf der bakteriologischen Abtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes sind in Verfolgung praktischer Ziele wiederholt Arbeiten über die Rothlaufkrankheit der Schweine ausgeführt worden.[1]) Die großen Verluste, welche das Volksvermögen alljährlich durch diese Thierseuche erleidet, fordern fortgesetzt dazu auf, nach Mitteln zu ihrer Bekämpfung sich umzuthun, zumal die bisher für diesen Zweck empfohlenen Maßnahmen eine allgemeine Einführung in die Praxis sich noch nicht erringen konnten. Die Arbeiten, über welche nachstehend berichtet wird, wurden im Mai 1891 mit der Absicht begonnen, in der Bekämpfung des Schweinerothlaufs einen Fortschritt herbeizuführen. Ein solches Ergebniß ist allerdings nicht erzielt worden, wenigstens noch nicht in greifbarer Gestalt. Immerhin verlohnt es sich aber über die bis zu einem gewissen Abschluß gediehenen Versuche schon jetzt an dieser Stelle etwas ausführlicher[2]) zu berichten,

[1]) Löffler, Experimentelle Untersuchungen über Schweine-Rothlauf. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 1 S. 46. Schütz, Ueber den Rothlauf der Schweine und die Impfung derselben. Ebend. S. 57. Petri, Ueber die Widerstandsfähigkeit der Bakterien des Schweine-Rothlaufs in Reinkulturen und im Fleisch rothlaufkranker Schweine gegen Kochen, Schmoren, Braten, Salzen, Einpöckeln und Räuchern. Ebend. Bd. 6 S. 266.

[2]) Eine vorläufige Mittheilung über den Inhalt dieser Arbeit erschien in den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1892, Nr. 7, vom 16. Februar, S. 119.

weil dieselben zur Entdeckung der Thatsache führten, daß **sowohl die Bakterien des Schweinerothlaufs als auch sämmtliche andere krankheitserregenden Bakterien, soweit dieselben in die Versuche mit einbezogen werden konnten, unter geeigneten Versuchsbedingungen Schwefelwasserstoff erzeugen.** Dies Ergebniß ragt über den Interessenkreis, welcher die Bekämpfung des Schweinerothlaufs zum Mittelpunkt hat, hinaus und dürfte einen Werth für die Lehre von den Bakterienkrankheiten überhaupt beanspruchen.

1. Das Ausgangsmaterial für die Rothlaufversuche und die Uebertragung des Rothlaufs auf Versuchsthiere.

Das Material konnte in stets frischer Beschaffenheit den zahlreichen, an Rothlauf eingegangenen bezw. erkrankten Schweinen entnommen werden, welche im Sommer und Herbst vorigen Jahres bei Gelegenheit des allwöchentlich stattfindenden großen Schweinemarktes in Rummelsburg der bakteriologischen Abtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zur Verfügung standen. Herrn Professor **Eggeling**, der, wie bei früherem Anlasse so auch diesmal, zur Beschaffung der Thiere behülflich war, gebührt ganz besonderer Dank.

Im Ganzen wurden von Mitte Mai bis zum 10. Dezember 1891 53 **Rothlaufschweine** für die Untersuchungen verwerthet. Davon waren 3 auf dem städtischen Schlachthofe geschlachtet, 12 in Rummelsburg durch Abstechen oder durch Axtschläge auf den Kopf getödtet, 8 in Rummelsburg kurz nach dem Ausladen verstorben; 4 starben ebendaselbst nach mehrtägiger Beobachtung; 26 waren auf dem Transport eingegangen. Die Obduktionen nahmen wir in den meisten Fällen unmittelbar nach dem Tode der Thiere in Rummelsburg selbst vor, ausgenommen sind nur die 3 ersten Thiere, deren Fleisch wir auf dem Schlachthofe in schon ausgekühltem Zustande vorfanden, und 7 Schweine, welche auf der Abdeckerei geöffnet wurden. Davon waren 3 an dem Obduktionstage, 4 am Tage vorher gestorben. Abgesehen von diesen Fällen fühlten sich die Kadaver beim Obduziren noch warm an. In den meisten Fällen hatte sich sogar die Wärme der äußeren Haut noch erhalten. Mithin darf das gesammte Material als ein frisches bezeichnet werden.

Die Obduktionsbefunde boten im Wesentlichen nichts Neues.

Fast immer fand sich die gastritis haemorrhagica, nur zweimal fehlte sie beinahe ganz. Die entzündliche Schwellung der Gekrösedrüsen war stets nachweisbar. Meist erschienen diese Drüsen auf dem Durchschnitt dunkelviolett, von zahlreichen Blutaustritten durchsetzt. Die Entzündung der Därme war gleichfalls in den meisten Fällen vorhanden, einmal so hochgradig, daß die anderen Symptome dagegen zurücktraten. Bei manchen Schweinen fanden sich in der Schleimhaut des Magens und des Darms diphtherische Geschwüre vor. Milz, Leber und Nieren erwiesen sich immer stark vergrößert und äußerst bluthaltig. Die Vergrößerung und Hervorwölbung der Leberläppchen war oft auffällig. In der Bauchhöhle und im Herzbeutel befand sich häufig eine zuweilen blutig gefärbte Flüssigkeit. Sehr in die Augen fallend war bei den meisten Schweinen eine **peri-epicarditis haemorrhagica**, die sich durch zahlreiche Blutergüsse von Punktform bis zu Strich- und Linsengröße unter die seröse Auskleidung

des Herzbeutels bemerkbar machte. Am ausgedehntesten und in größter Menge zeigten sich diese Blutaustritte in der Kranzfurche und auf den Herzohren. In mehreren Fällen enthielt die entzündliche Flüssigkeit im Herzbeutel Fibringerinnsel; auch kamen frische Verklebungen und fibrinöse Auflagerungen sowie Verwachsungen des inneren Herzbeutelblattes mit dem Herzüberzug vor. Die Lungen zeigten einigemal luftleere, feste Stellen und waren stark bluthaltig; eigentliche entzündliche Erscheinungen fehlten jedoch durchweg. Im Brustfellsack befand sich öfters in geringer Menge eine zuweilen blutig gefärbte Flüssigkeit. In wenigen Fällen war das Blut in den großen Gefäßen, einmal auch im Herzen, mit feinen Gasblasen durchsetzt. Die Rothlaufstäbchen wurden im Blut und besonders reichlich in den Organen in jedem Fall mikroskopisch und durch die Reinkultur, in vielen Fällen auch durch Uebertragung auf Versuchsthiere nachgewiesen. Besonders zahlreiche in Haufen zusammenliegende Stäbchen fanden sich im Herzfleisch und in den kleinen Blutaustritten.

Die in großer Zahl verwendeten, weißen Mäuse und Tauben sowie die Kaninchen gingen ausnahmslos nach der Impfung an Rothlauf ein. Zwei weiße Ratten waren längere Zeit sehr krank, erholten sich aber später. Junge Katzen widerstanden der Infektion. Auf die Meerschweinchenimpfungen ist an anderer Stelle noch näher einzugehen. Den Mäusen wurde das infektiöse Material in das Unterhautgewebe eingebracht. Sie starben unter den bekannten Erscheinungen meist schon nach Ablauf von 3, seltener erst von 4 Tagen und lieferten den vielfach beschriebenen Sektionsbefund. Den Tauben wurde das Rothlaufmaterial in eine Flügelvene, den Kaninchen in eine Ohrvene eingespritzt. Die Tauben gingen nach 48 Stunden, die Kaninchen meist erst nach 3 Tagen ein. Die Tauben waren besonders stark von den Rothlaufstäbchen durchsetzt, und zwar erschienen die Stäbchen etwas länger und dadurch schlanker, als die bei den anderen Thieren vorgefundenen. Bei den Tauben fand sich regelmäßig eine Herzbeutelentzündung vor. Der mehrere Kubikcentimeter betragende und den Herzbeutel prall ausfüllende seröse Erguß sowie ganz besonders das Herzfleisch selbst und die kleinen Blutaustritte an der Herzoberfläche enthielten große Mengen von Rothlaufstäbchen. Die Blutgefäße der Haut waren prall gefüllt und das Blut voll von diesen Bakterien. Den gleichen Zustand wies die Haut der Kaninchen auf. Auch bei diesen Thieren waren die drüsigen Organe sehr blutreich und voller Bazillen. In einigen Fällen fand sich auch ein blutiger Erguß im Herzbeutel vor.

2. Ueber das Wachsthum der Rothlaufbakterien in Reinkulturen.

Den in der Litteratur niedergelegten Angaben über das Wachsthum der Rothlaufstäbchen in Fleischwasser-Pepton-Gelatine haben wir nur wenig hinzuzufügen. Auch wir fanden, wie Lorenz[1]), daß in den mit frischem Material von akuten Schweinerothlauffällen besäten Gelatineplatten die Rothlaufstäbchen zumeist in Form von kleinen, geschlossenen Kolonien mit unregelmäßiger Oberfläche angingen. Diese Kolonien zeigten an der Peripherie bald die Anlage zur Rankenbildung, und nach einigen Tagen waren

[1]) Lorenz, Beobachtungen über die Mikroorganismen des Schweine-Rothlaufs und verwandter Krankheiten. Archiv für wissensch. und prakt. Thierheilk. Bd. 18. S. 39—62.

die kleinen, gelbbräunlichen Kugeln mit einem Gewirr von zarten Ranken umgeben. Neben dieser, an das Tiefenwachsthum der Proteusarten erinnernden Form fanden wir jedoch auf jeder Platte vereinzelte schwer einstellbare, an Mäuseseptikämie erinnernde Kolonien, die nirgends scharfe Umrisse darboten, sondern als kugelige, blaugraue Trübungen erschienen, in welchen die zu Fäden verbundenen Bakterien strahlig angeordnet waren. Zwischen beiden Formen kamen zahlreiche Uebergänge vor. Auf älteren Platten waren die Kolonien dellenförmig eingesunken. Eine eigentliche Verflüssigung der zehnprozentigen Gelatine in Platten haben wir jedoch nicht beobachtet. Im Gelatine-Stich wuchsen die Rothlaufbakterien anfangs oft in Gestalt von kleinen, geschlossenen Kugeln. Später bildete sich die als „Gläserbürstenform" bekannte Kultur aus; in alten Kulturen oder in Uebertragungen aus solchen zeigte dies Wachsthum zuweilen eine entfernte Aehnlichkeit mit den bekannten zarten Impfstichen der Mäuseseptikämie, besonders dann, wenn wenige Bakterien zur Einsaat benutzt wurden. Stichkulturen in gewöhnlicher zehnprozentiger Nährgelatine wurden auch nach Wochen nicht verflüssigt. Eine langsam auftretende Verflüssigung konnten wir aber dann erzielen, wenn die Reaktion der Gelatine nicht auf Lackmus, sondern auf Phenolphtaleïn eingestellt war, also bei etwas höherem Gehalt an Alkali. Das Wachsthum der Rothlaufbakterien in Nähragar bot wenig Charakteristisches, weder auf Platten noch im Impfstich. Auf der Oberfläche des Agars, insbesondere in Strichkulturen auf schräg erstarrtem Agar wuchsen die Rothlaufbazillen in Gestalt von kleinen, leicht übersehbaren, kreisrunden, wasserhellen Tröpfchen. In einem Nährboden mit 0,8% Agar und 10% Gelatine wuchsen die Stichkulturen auch im Brutschrank ähnlich wie in Nährgelatine bei Zimmertemperatur. In der Gelatine und im Agar trat häufig in der Nähe der Kulturen brauner Farbstoff auf. In den Agarkulturen und in den Gelatinekulturen im Brutschrank trat die Schwefelwasserstoffbildung alsbald hervor, in den bei Zimmertemperatur wachsenden Gelatinekulturen war der Nachweis jedoch unsicher.

In flüssigem Blutserum (von Hammel, Rind, Kalb, Schwein, Pferd und Kaninchen) wuchsen die Rothlaufbakterien nur langsam, ohne dabei das Serum sichtlich auffallend zu verändern. Die Schwefelwasserstoffbildung konnte im Serum nach etwa 18 Stunden nachgewiesen werden. Auf festem Blutserum bildeten sie einen zarten, feuchten Belag.

In unverletzten Hühnereiern sowie in dem nach bekannter Vorschrift hergestellten, in der 10fachen Menge Wasser gelösten Eieralkalialbuminat kamen die Rothlaufbakterien nicht zu nennenswerther Entwickelung.

Verhältnißmäßig gut gediehen sie in konzentrirten wässerigen Lösungen des käuflichen (Witteschen) Peptons (10%). Bei einem Gehalt von 4 bis 5% blieb in der Regel das Wachsthum aus; nur nach reichlicher Einsaat einer besonders kräftigen Kultur gelang es, eine Entwickelung hervorzubringen. In einprozentiger Peptonlösung blieb selbst bei solchen Bedingungen der Erfolg aus und zwar, wie aus den weiter unten erwähnten Versuchen mit Nährsalzlösung hervorging, wegen Mangel an anorganischen Nährsalzen.

Die Bildung von Schwefelwasserstoff trat in den Peptonkulturen besonders deutlich hervor und wurde darin zuerst festgestellt. Der Nachweis gestaltete sich nach einigen

Vorversuchen mit blankem Silberblech, Nitroprussidnatrium und der von Fischer[1]) empfohlenen Methylenblaureaktion überaus einfach. In den zum Verschluß der Kulturgefäße dienenden Wattepfropfen wurde ein zusammengerollter Streifen Bleipapier[2]) eingeschaltet und alsdann zur Abhaltung des etwa von Außen hinzutretenden Schwefelwasserstoffes das Gefäß mit einer Gummikappe verschlossen. Zur Ausrüstung mit diesem Reagenspapier wurde unmittelbar nach erfolgter Bakterieneinsaat die Verschlußwatte aus dem Halse des Gefäßes etwas herausgezogen, der Pfropfen mit einer Scheere abgeschnitten und auf dessen untere wieder in das Gefäß hinabgeschobene Hälfte das auf die Kante gestellte Bleipapierröllchen aufgesetzt; dann folgte der obere Theil des Wattepfropfens und darüber kam die Gummikappe. Die Bildung des Schwefelwasserstoffs machte sich zuerst an den unteren Stellen des Streifens durch die bekannte Bräunung bezw. Schwärzung bemerkbar und erst nach längerer Zeit wurde bei ausreichender Entwicklung des Gases der ganze Streifen schwarz. Selbst Spuren von Schwefelwasserstoff entgingen so der Beobachtung nicht, nur mußte man den Bleipapierstreifen von Zeit zu Zeit besichtigen, denn es kam vor, daß geringfügige Spuren von anfangs gebildetem Schwefelblei durch den Einfluß des Luftsauerstoffes und der Feuchtigkeit mit der Zeit zu weißem Bleisulfat oxydirt wurden.

Das sogenannte Albumosenpepton von Antweiler erwies sich selbst in zehnprozentiger Lösung für das Wachsthum der Rothlaufbakterien als ungeeignet.

In der nach alter Vorschrift bereiteten Bouillon mit 1 % Peptongehalt, die eine für rothes Lackmuspapier schwach alkalische Reaktion zeigte, bildeten die Rothlaufstäbchen nach etwa 24 Stunden im Brütofen eine ziemliche Trübung. Bei leichtem Schütteln des Gefäßes sah die Trübung besonders im auffallenden Lichte aus wie von äußerst feinen Krystallflittern herrührend, ähnlich z. B. einer konzentrirten Bleiacetatlösung, der unausgekochtes destillirtes Wasser zugesetzt worden ist. Dieser Zustand des „Flimmerns“ dürfte auf die nicht unbeträchtliche Beweglichkeit zurückzuführen sein, welche den jungen Rothlaufstäbchen eigen ist, und die im hängenden Tropfen aus dünnen Nährmedien wiederholt von uns beobachtet wurde. Nach etwa 3 Tagen hatten sich die Rothlaufstäbchen zu Boden gesenkt, so daß die Kulturflüssigkeit fast blank erschien. Durch schnelles Drehen des Gefäßes um seine Längsaxe ließ sich der Bodensatz in Gestalt eines korkzieherartig emporsteigenden, schleimigzähen, weißen Fadens aufwirbeln.

Ein mäßiger Zusatz von Alkali zu dieser Bouillon begünstigte das Wachsthum der Rothlaufstäbchen nicht unerheblich. Ein Gehalt von 10 ccm Normal-Natronlauge im Liter schien das beste Verhältniß zu sein; bei 15 ccm Normallauge im Liter wuchsen die Bakterien auch noch gut, bei weiterem Zusatz trat langsam Abnahme des Wachsthums ein, welches bei 30 ccm im Liter ganz aufhörte. Die Stärke des Wachsthums war wesentlich durch die Anzahl und die Lebenskräftigkeit der eingebrachten Keime bedingt, außerdem aber auch abhängig von der jedesmaligen Herkunft und der

---

[1]) Emil Fischer, Bildung von Methylenblau als Reaktion auf Schwefelwasserstoff. Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. 1883. Bd. 16. S. 2254.

[2]) Das Bleipapier wurde hergestellt durch Tränken von Fließpapier mit einer Lösung von basisch essigsaurem Blei oder alkalischer Bleilösung und nachherigem Trocknen in reiner Luft.

Bereitungsart der Bouillon, von deren Alter und vom Peptonzusatz. Wir benutzten in der Folge eine Bouillon aus frischem Rindfleisch, welche nach der an anderer Stelle[1]) dieses Bandes ausführlicher dargelegten Vorschrift bereitet war. Die Stärke des Wachsthums konnte nach der Trübung und nach der Fadenbildung ganz gut beurtheilt werden. Auch die stets sich reichlich kundgebende Schwefelwasserstoffentwicklung gab ein Maß dafür ab.

In der einfachen, sauren Fleischbrühe ohne Alkalizusatz wuchsen die Rothlaufbakterien nicht. Setzten wir jedoch 5 oder besser noch 10 % des Witteschen stets etwas alkalischen Peptons hinzu, so trat Wachsthum ein, welches sogar besser war als in der gewöhnlichen schwach alkalisirten einprozentigen Peptonbouillon.

Das Alkalitätsoptimum wurde durch einen Zusatz von 10—15 ccm Normal-Natronlauge auf den Liter der auf Lackmus gestellten Bouillon erreicht, mit 20 ccm schon etwas überschritten; bei 30—35 ccm ließ sich ein sichtbares Wachsthum nicht mehr erkennen.

In Bouillon, die für Phenolphtaleïn neutral war, blieb schon nach Zusatz von 20 ccm Normal-Natronlauge auf den Liter das Wachsthum der Rothlaufbakterien aus.

Durch einen höheren Gehalt an Pepton konnte jedoch die zulässige Alkalimenge vermehrt werden. So wuchsen die Rothlaufstäbchen verhältnißmäßig gut in einer Bouillon mit 10 % Pepton nach Zusatz von 40 ccm Normal-Natronlauge auf den Liter, während in derselben Bouillon ein Zusatz von 0,5 % primären Natriumphosphates ein Wachsthum nicht aufkommen ließ.

Wir fanden außerdem, daß Bouillon aus dem Fleische kleinerer Thiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Tauben) den Rothlaufbakterien besser zusagte als aus dem der großen Schlachtthiere. In sterilem, ungekochtem Fleischsaft fand kein besseres Wachsthum statt. Auch die Bouillon aus Leber und Milz von Schweinen und Kaninchen zeigte keine nennenswerthe Begünstigung.

Begünstigt wurde das Wachsthum der Rothlaufstäbchen durch Zusätze von Rohrzucker, Dextrin, Blutserum, und besonders von Serum und Traubenzucker oder besser noch von Serum und Milchzucker. In einer solchen Bouillon fand eine ungeheure Vermehrung der Einsaat statt.

Schon Loeffler sah, daß die Rothlaufstäbchen in einer Traubenzucker-Serumbouillon ganz vorzüglich gediehen. In der von uns angewandten 5 % Pepton, 4—10 % Serum und 1—2 % Traubenzucker enthaltenden Bouillon bildete sich nach einigen Tagen im Brutschrank ein reichlicher Absatz von Rothlaufstäbchen, der zur Gewinnung größerer Mengen von Bakterienleibern sehr geeignet erschien. Die vorher alkalische, stark trübe und flimmernde Nährflüssigkeit wurde dabei fast blank und reagirte alsdann stark sauer. Nahmen wir an Stelle des Traubenzuckers Milchzucker, so war die Trübung noch etwas stärker, und nach 3—4 Tagen sah die Kultur ungefähr wie Erbsenbrühe aus. Nach 5—8 Tagen hatte sich am Boden des Kulturgefäßes ein starker Absatz von dichten, kleinen Flocken gebildet unter Aufklärung der darüber stehenden nunmehr stark sauer gewordenen Flüssigkeit. Der flockige Bodensatz bestand aus unzähligen Rothlaufstäbchen,

---

[1]) Petri und Maaßen, Ueber die Bereitung der Nährbouillon für bakteriologische Zwecke. S. 311.

jedoch waren dieselben, wie die erfolglose Verimpfung auf frische Bouillon und auf Mäuse erwies, abgestorben. Dies war um so auffälliger, als sie in Kulturen ohne Zucker länger als 8 Monate lebend blieben, und auch der Schwefelwasserstoff ihre Keimfähigkeit und Giftigkeit nicht beeinträchtigte, so daß z. B. eine in 40. Generation fortgesetzte Pepton-Bouillonkultur (10 % Pepton) keinerlei Abschwächung zeigte. Die Bildung von Säure durch die Rothlaufbakterien bei Gegenwart von Zucker insbesondere von Milchzucker steht im Widerspruch mit den Angaben von Petruschky,[1]) der die Rothlaufstäbchen zu den starken Alkalibildnern zählt, welche Behauptung schon Smith[2]) ebenso wie die einseitige Benutzung der Lackmusmolke für die Klassifizirung der Bakterien zurückwies.

Die Bildung von Säure wurde von vielen Forschern auch in den Kulturen anderer Bakterien festgestellt. Roux und Yersin[3]) fanden, daß Diphtheriebazillen bei Gegenwart von Glycerin binnen Kurzem in Folge der starken Säurebildung zu Grunde gingen. Buchner, Weißer, Escherich, Baginsky, Petruschky, Nencki, Smith u. A. haben die Verhältnisse, unter denen verschiedene Bakterien auf zuckerhaltigem Nährböden Säure bilden, näher studirt. Besonders aus der Arbeit von Smith geht hervor, daß die Bakterien sich gegen verschiedene Zuckerarten verschieden verhielten. So konnten die Bakterien der Hogcholera wohl bei Gegenwart von Traubenzucker, nicht aber von Milchzucker Säure erzeugen, während das bacterium coli commune auch bei Anwesenheit von Milchzucker dies that.

Kuhn[4]) fand, daß der proteus vulgaris in einer Bouillon mit Traubenzuckerzusatz viel Säure erzeugte, und bei üppigem Wachsthum darin schon nach 18 Tagen abgestorben war. Dies Verhalten ähnelt sehr dem des Rothlaufbazillus.

Es ist schon lange bekannt, daß die Anwesenheit von Zucker in den Nährböden die chemischen Vorgänge beim Bakterienwachsthum und damit auch dieses selbst wesentlich beeinflußt. Besonders auffällig erschien nächst der Säurebildung und dem frühzeitigen Absterben der Bakterien in zuckerhaltigen Kulturen das Fehlen von stark riechenden Verbindungen, welche die sogenannte „stinkende Fäulniß" kennzeichnen. (Hirschler[5]). Ferner wird von vielen Bakterien zuckerhaltige Nährgelatine nicht oder nur wenig verflüssigt, während dies ohne die Gegenwart des Zuckers schnell und kräftig geschieht. Schon Liborius[6]) hat diese Thatsache hervorgehoben, und Kuhn macht l. c. auf's Neue darauf aufmerksam.

Von anderen ist betont worden, daß in Nährböden mit Zuckerzusatz keine Schwefelwasserstoffbildung auftrat.

Für den Rothlauf konnten wir feststellen, daß selbst bei starkem Zuckerzusatz sich stets reichlich Schwefelwasserstoff bildete, wenn überhaupt ein Wachsthum eintrat. Die Ansicht, als schütze der Zucker gleichzeitig vorhandene Eiweißkörper vor der Zersetzung durch das Bakterienwachsthum trifft nur in beschränktem Maße zu.

---

[1]) J. Petruschky, Bakteriologisch-chemische Untersuchungen. Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk. 1889. Bd. 6. S. 625 u. 657.

[2]) Theobald Smith, Einige Bemerkungen über Säure und Alkalibildung bei Bakterien. Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk. 1890. Bd. 8. S. 389.

[3]) Roux et Yersin, contribution à l'étude de la diphthérie. Annales de l'Institut Pasteur. 1888. S. 629.

[4]) Franz Kuhn, Morphologische Beiträge zur Leichenfäulniß. Archiv für Hygiene. 1891. Bd. 13. S. 40.

[5]) August Hirschler. Ueber den Einfluß der Kohlehydrate und einiger anderer Körper der Fettsäurereihe auf die Eiweißfäulniß. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1886. Bd. 16. S. 306.

[6]) Liborius, Beiträge zur Kenntniß des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien. Zeitschr. f. Hygiene 1886. Bd. 1. S. 115.

Die Untersuchungen über den Ursprung der von den Bakterien gebildeten Säuren bezw. das nähere Studium der dabei stattfindenden chemischen Vorgänge sind noch in den ersten Anfängen. Iwanow[1], der die Säurebildung in Kulturen des Milzbrandbazillus, der tyrothrix tenuis von Duclaux und des Heubazillus in abgerahmter Milch und in Peptonbouillon studirte, fand nicht unwesentliche Unterschiede bei derselben Bakterienart, je nach dem Nährboden und nach der Beschaffenheit der Ausgangskultur. Er konnte Ameisensäure, Essigsäure, Capronsäure und Baldriansäure nachweisen, und zwar entstand anfangs mehr Ameisensäure, erst später fanden sich mehr die höheren Homologen derselben vor. Stark virulente Milzbrandbazillen konnten mehr Säure erzeugen, als abgeschwächte und keine Sporen bildende.

Zur Abschwächung des schädigenden Einflusses der beim Bakterienwachsthum gebildeten Säure auf die Bakterien selbst, hat man dem Nährboden kohlensauren Kalk zugesetzt. Beyerinck[2]) benutzte einen Zusatz von Kreide zu festen Nährböden zum Nachweis der Säure bezw. Alkalibildung.

Unsere Angaben über das Verhalten der Rothlaufstäbchen in Kulturen sind in gleicher Weise auch für anaërobe Verhältnisse gültig. Wir benutzten zur anaëroben Züchtung der Bakterien in größeren Mengen ein an anderer Stelle dieses Bandes dargelegtes Verfahren.[3])

Für gewisse Untersuchungen erschien es uns zweckmäßig, an Stelle der Bouillon einfachere Nährlösungen von bekannter Zusammensetzung zu verwenden. Wir beabsichtigten nicht etwa einen Ersatz für die Bouillon ausfindig zu machen, es kam uns vielmehr darauf an, näher zu studiren, welche Stoffe für das Gedeihen der Rothlaufbakterien von Bedeutung und welche ohne Einfluß darauf waren. Hierzu machten wir zunächst eine Lösung von bekannter und möglichst einfacher Zusammensetzung ausfindig, in welcher die Rothlaufbakterien gerade eben noch wuchsen, und beobachteten dann den Einfluß der betreffenden Zusätze.

Wir haben erwähnt, daß die Rothlaufstäbchen in einer einfachen Lösung von 1% Pepton in destillirtem Wasser nicht angingen. Dies geschah jedoch nach Zusatz von anorganischen Nährsalzen. Andererseits wurde selbst eine ziemlich konzentrirte Lösung solcher Nährsalze durch Zusatz von 1% Pepton zu einer Nährlösung. Im Allgemeinen fanden wir übereinstimmend mit den Angaben von Naegeli, daß bei wenig organischem Nährmaterial auch die anorganischen Salze nicht in zu großer Menge vorhanden sein durften, während eine Vermehrung des organischen Nährmittels auch eine solche der Nährsalze zuließ.

Nach mehreren Versuchen diente uns eine ähnlich wie die bekannte Naegeli'sche Flüssigkeit zusammengesetzte Lösung. Dieselbe enthielt im Liter: 1,5 g sekundäres Kaliumphosphat, 1 g Kaliumchlorid, 1 g Natriumchlorid, 0,5 g Magnesiumsulfat und 0,1 g primäres Calciumphosphat, $Ca\,H_4\,(PO_4)_2$ oder Calciumchlorid.

Dieser Flüssigkeit setzten wir für manche Zwecke noch 1% Ammoniumtartrat zu. Um eine Ausfällung der Phosphate zu vermeiden, ist es nothwendig die Salze für sich getrennt zu lösen, dann diese Lösungen zusammenzugießen und auf 1 Liter aufzufüllen. Das weinsaure Ammoniak erhält die Erdalkalien in Lösung, und auch beim Erwärmen tritt keine Trübung ein. Allzulanges Erwärmen muß vermieden werden, weil es die

---

[1]) M. S. Jwanow, Sur la production des acides volatils dans les cultures du bacille charbonneux. Annales de l'Institut Pasteur 1892. S. 131.

[2]) M. W. Beyerinck, Verfahren zum Nachweise der Säureabsonderung bei Mikrobien. Centralbl. für Bakteriol. und Parasitenk. 1891. Bd. 9. S. 781.

[3]) Petri und Maaßen, ein bequemes Verfahren für die anaërobe Züchtung von Bakterien in Flüssigkeiten. S. 314.

Reaktion verändert. Durch Hinzugabe von 1 % Pepton erhielten wir die für die Prüfung anderer Zusätze dienende Nährflüssigkeit.

Ohne sichtbaren Einfluß auf das Wachsthum der Rothlaufbakterien waren Zusätze von Asparagin, Leucin, Inosit, Kreatin, Quercit, Inulin, Glycogen, Glycerin, Erythrit, Coniferin, weinsaures Ammon, geringen Mengen von Kalium oder Ammoniumnitrat. Größere Mengen von Kalium- und besonders von Ammoniumnitrat schädigten das Wachsthum. Eine auffallend starke Reduktion des Nitrats zu Nitrit fand nicht statt. Ein Zusatz von Serum, Pepton (Witte[1]), Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker und Dextrin begünstigte auch in der einfachen Nährlösung das Wachsthum.

3. Der Nachweis von Schwefelwasserstoff im Blut und in den Organen der an Rothlauf gestorbenen Thiere.

Die Bildung von Schwefelwasserstoff durch die Rothlaufbakterien wurde zuerst beobachtet an einer mit Material von Schwein Nr. 3 unserer Reihe am 12. Mai vorigen Jahres geimpften Reinkultur in achtprocentiger Peptonlösung, die bei 31° bebrütet worden war. Die Kultur roch deutlich nach diesem Gase; einige Tropfen derselben riefen auf blankem Silberblech nach kurzer Zeit braunschwarze Flecken hervor; über die Oeffnung des Kulturgefäßes gebrachtes Bleipapier wurde bald geschwärzt, und mit Nitroprussidnatrium gab die Kulturflüssigkeit eine Violettfärbung. Den gleichen Befund gaben auch alle anderen Rothlaufkulturen. Es war deshalb angezeigt, Blut und Organe der Rothlaufthiere auf Schwefelwasserstoff zu untersuchen. Für den Nachweis des Schwefelwasserstoffes im Blute wurde in erster Linie das Spektroskop benutzt, weil das Spektrum des Schwefelmethämoglobins unter gewissen Verhältnissen leicht erkennbar und dieser Körper, wie Hoppe-Seyler zuerst gezeigt hat, von ziemlicher Beständigkeit ist. Die Empfindlichkeit der Reaktion ist allerdings nicht sehr groß, und für das Zustandekommen des charakteristischen Spektralbefundes sind neben dem Schwefelwasserstoff noch andere Faktoren maßgebend. Ein negativer Spektralbefund schließt daher die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff, besonders geringer Mengen desselben, keineswegs aus.

Wir benutzten ein gewöhnliches Spektroskop nach Vierordt, dessen Skala die Natriumlinie bei 680, die Lithiumlinie bei 485 und die grüne Thalliumlinie bei 865 zeigte. Daneben kam auch das Mikrospektroskop von Zeiß (Natriumlinie bei 0,589) zur Verwendung. Frisches Schweineblut mit Wasser im Verhältniß von 5 : 100 verdünnt zeigte in 0,5 cm dicker Schicht in dem ersterwähnten Spektroskop die beiden Oxyhaemoglobinstreifen von 670—760 und 800—940, den Raum zwischen beiden Streifen stark beschattet. Im Zeißschen Apparat lagen die Mitten beider Streifen bei 0,580 und 0,540.

Die Blutlösung wurde solange mit Schwefelwasserstoff behandelt, bis sie eine grünliche Farbe annahm. Sie trübte sich dabei und wurde vom ausgeschiedenen Schwefel abfiltrirt. In diesem Zustande fluorescirte sie etwas und zeigte eine grünliche Färbung

[1]) Die zu verschiedenen Zeiten bezogenen Präparate verhielten sich, sowohl hinsichtlich ihres Nährwerthes für das Bakterienwachsthum, als auch in anderer Beziehung nicht gleichwerthig.

mit einem Stich ins Rothviolette. In 2 cm dicker Schicht zeigte sich bei weitem Spalt und starker Beleuchtung von 490 bis 620 ein bei 610 am dunkelsten erscheinendes Band. In 1 cm dicker Schicht und bei engem Spalt wurde der hinter 500 liegende Theil des Bandes undeutlich, und es blieb von 570 bis 620 ein dunkler Streif sichtbar. Eine frische Blutlösung von der Stärke, daß die beiden Oxyhaemoglobinstreifen sehr schön hervortraten, wurde nun mit diesem Schwefelwasserstoffblute im Verhältniß von 2 + 1 vermischt. Nach Aufhellung einer dabei entstandenen geringen Opalescenz durch 1 Tropfen 1,2 %iger Natronlauge war außer den beiden Oxyhaemoglobinstreifen noch nichts zu merken. Erst nach weiterem Zusatz des Schwefelwasserstoffblutes bis zum Verhältniß von 1 + 3 zeigte die Mischung 3 deutliche Streifen und zwar den für Schwefelwasserstoff charakteristischen bei 600 der Skala (von 580—620); die beiden Oxyhaemoglobinstreifen blaßten dabei allmählich ab. In ähnlicher Weise verlief die Erscheinung beim Vermischen der frischen Blutlösung mit Schwefelwasserstoffwasser. Im Verhältniß von 2 + 1 vermischt wurde die schön rothe Lösung zuerst etwas blasser und dann violett. In diesem Zustand zeigte sie 3 deutliche Streifen. Während der Beobachtung wurde sie immer grüner und schließlich fast ganz grün mit geringem Violettstich. Dabei trat der Schwefelwasserstoffstreif bei 600 kräftiger hervor, während die beiden Oxyhaemoglobinstreifen bis zu einem bei 800 liegenden Schatten verblaßten. Im Zeißschen Apparate lag der Schwefelwasserstoffstreif bei 0,625, das schwache Haemoglobinband bei 0,565, die beiden Oxyhaemoglobinstreifen bei 0,580 und 0,540. Zusatz von Ammoniaklösung rief keine Veränderung des Schwefelwasserstoffstreifens hervor, während die beiden Oxyhaemoglobinstreifen sich verschmälerten und zwischen sich etwas mehr Grün durchließen. Die frische Blutlösung wurde mit etwas Eisessig versetzt braun. Die beiden Oxyhaemoglobinstreifen verschwanden, und es trat bei 530—540 der Methaemoglobinstreifen auf. Salzsäure rief die gleiche Erscheinung hervor, nur war der Streifen kräftiger von 500—550 reichend. Ammoniak im Ueberschuß löschte diese Methaemoglobinstreifen sofort vollständig aus. In dem Zeißschen Spektroskop lag die Mitte des Methaemoglobinstreifens bei 0,675 der Skala.

Alle diese Erscheinungen sind durch die Untersuchungen von Hoppe-Seyler[1]) zuerst bekannt geworden. Wir haben sie zum Vergleich mit unseren Beobachtungen am Rothlaufblute herangezogen und eingehender studirt.

Die ersten Versuche, Schwefelwasserstoff spektroskopisch im Rothlaufblute nachzuweisen, wurden am 27. Mai 1891 an einem schwer erkrankten Schweine vorgenommen. Das aus den durchschnittenen Halsgefäßen und nach dem Tode aus dem Herzen in sterile Gefäße aufgesammelte Blut kam genügend verdünnt vor das Spektroskop, zeigte aber nur die beiden Oxyhaemoglobinstreifen. Ein ähnlicher Versuch mit Blut aus den Halsgefäßen eines frisch getödteten Rothlaufschweines vom 8. Juli fiel ebenfalls negativ aus. Die ersten positiven Befunde wurden am 23. Juli bei 2 Schweinen erhalten. Am Tage zuvor waren 6 Rothlaufschweine obduzirt und deren Organe in sterilen Gefäßen entnommen worden. Zwei dieser Schweine kamen hochgradig erkrankt an und wurden unmittelbar vor der Sektion mit der Axt erschlagen. Niere und Milz beider

---

[1]) Hoppe-Seyler, Ueber die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf den Blutfarbstoff. Mediz. chem. Untersuchungen. 1866—1871. IX. S. 151. Derselbe, Mediz. Centralblatt. 1863, Nr. 28.

Thiere waren besonders stark vergrößert, violettroth und äußerst blutreich; sie enthielten die Rothlaufstäbchen in auffallend großer Menge.

Am Tage nach der Sektion hatte sich am Boden der Gefäße eine Schicht violettrothen Blutes angesammelt. Dieses hauptsächlich aus den durchschnittenen Nieren ausgesickerte Blut zeigte mit Wasser passend verdünnt und klar filtrirt drei Streifen und zwar neben den beiden Oxyhaemoglobinstreifen den für Schwefelwasserstoffblut charakteristischen bei 580 bis 620 der Skala. Ein Zusatz von Ammoniakflüssigkeit veränderte das Aussehen dieses Streifens nicht. Das Blut wurde in verschlossenen Gefäßen wochenlang aufbewahrt, ohne die Fähigkeit die Streifen zu zeigen einzubüßen. Die mikroskopische Untersuchung und die Kulturversuche hatte inzwischen die Anwesenheit großer Mengen von Rothlaufstäbchen in den betreffenden Nieren und Milzen dargethan, und zwar waren die Kulturen aus den Organen des einen Schweines ganz frei von anderen Bakterien geblieben. In den Gelatineplatten und Bouillonkulturen aus den Organen des anderen Schweines fanden sich neben zahlreichen Rothlaufkolonien aber auch noch Kolonien einer anderen Bakterienart. Es war daher unerläßlich die Untersuchungen bei einer größeren Anzahl von Thieren zu wiederholen.

Von dem Gedankengang ausgehend, daß eine zur Hervorbringung des positiven Spektralbefundes ausreichende Schwefelwasserstoffbildung vielleicht nur in den besonders stark von den Rothlaufstäbchen durchsetzten größeren Organen zu Stande kommen könne, wurde bei einer größeren Anzahl von Schweinen von verschiedenen Stellen des Körpers das Blut gesondert entnommen und spektroskopirt. Die Entnahmestellen waren: rechtes und linkes Herz, untere Hohlvene, Nierenvene, Lebervene, Milzvene, verschiedene Hautvenen; außerdem wurden die bei den Obduktionen vorgefundenen, blutigen Flüssigkeiten aus dem Herzbeutel, den Brustfellsäcken und der Bauchhöhle entnommen. Im Ganzen wurde das Blut von 38 Schweinen spektroskopisch untersucht. Bei 16 Schweinen, also bei 44%, ließ sich Schwefelwasserstoff theils im Blute, theils in den blutigen Exsudaten nachweisen. Warum in dem einen Falle ein positiver, in dem anderen ein negativer Befund verzeichnet wurde, ist uns nicht gelungen zu erklären. Vielleicht ist der Gehalt des Blutes an Stoffen, welche die Schwefelwasserstoffbildung begünstigen, nach Thier, Körperorgan und Zeit ein wechselnder, so daß das jeweilige Auftreten des Schwefelwasserstoffes auch von diesem Umstande zum Theil abhängt. Die im nächsten Abschnitte erwähnten Versuche werfen jedoch ein gewisses Licht auf diese Verhältnisse. Im Allgemeinen können wir angeben, daß positive Befunde am ehesten zu erwarten sind bei starker Durchsetzung der Organe mit Rothlaufstäbchen im Organblute. Im Spektrum des Blutes der Hautgefäße konnten wir den Streifen niemals beobachten, selbst nicht wenn die betreffende Hautstelle grünlich verfärbt war. Im Spektrum des Herzblutes fanden wir den Streifen nur zuweilen. Er fand sich häufig im Spektrum der pathologisch blutig gefärbten Exsudate. Ferner schien es für das Zustandekommen der Erscheinung günstig zu sein, wenn die Krankheit längere Zeit dauerte. Auch war einige Mal ein längeres Liegenlassen der Kadaver förderlich. In anderen Fällen fand sich der Schwefelwasserstoff aber auch im Organblute frisch getödteter Thiere. Manchmal trat sein Spektrum erst deutlich hervor, nachdem die Blutlösung klar filtrirt und in dicker Schicht bei intensiver Durchleuchtung untersucht wurde. Auch gab bei ein und

demselben Thiere das von den verschiedenen Stellen entnommene Blut verschiedene Befunde. Leider war es nicht möglich, jede Blutprobe genau bakteriologisch zu untersuchen, es könnte deshalb der Einwand erhoben werden, daß am Zustandekommen des einen und des anderen positiven Befundes neben den Rothlaufstäbchen auch andere Bakterien betheiligt waren. Demselben glauben wir aber durch die weiteren Versuche entgegengetreten zu sein. Wir unterlassen die Aufzählung der Einzelbefunde und wollen nur noch erwähnen, daß zuweilen auch der Methaemoglobinstreif zu sehen war. Derselbe konnte durch sein Verschwinden auf Zusatz von Ammoniakflüssigkeit sowie durch seine Lage, mehr nach dem rothen Ende des Spektrums hin, unschwer vom Schwefelwasserstoffstreifen unterschieden werden. In einem Falle war dieser Methaemoglobinstreif besonders breit und nach dem Zusatz von Ammoniaklösung wurde nur der nach dem rothen Ende des Spektrums zu gelegene Theil ausgelöscht, während bei 600 der Skala die für Schwefelwasserstoff charakteristische Absorption deutlich hervortrat.

Nach Hoppe-Seyler entsteht die Schwefelwasserstoffverbindung, welcher das charakteristische Spektrum zukommt, aus dem Oxyhaemoglobin bei gleichzeitigem Durchleiten von Schwefelwasserstoff und Luft; augenscheinlich müssen dazu die Mengen von Schwefelwasserstoff, Sauerstoff und Hämoglobin in einem bestimmten Verhältniß stehen. Es ist daher nicht zu verwundern, daß wir im Spektrum der Blutlösungen, die der gewöhnlichen, aëroben oder anaëroben Fäulniß bei Zimmer- oder Bluttemperatur überlassen blieben, nur selten und unter bestimmten Versuchsbedingungen den Streifen beobachten konnten. Auch in den Lösungen des Rothlaufblutes stellte sich bei längerem Aufbewahren im Laboratorium alsbald stinkende Fäulniß ein, ohne daß der Spektralbefund dadurch sich änderte. Die Rothlaufbakterien selbst wuchsen im Schweineblut nicht gerade üppig, und schwefelwasserstoffbildende Fäulnißbakterien, die im Blute gut angingen und nachweislich (Bleipapier) darin Schwefelwasserstoff erzeugten, waren unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen nicht im Stande, die Veränderung des Spektralbefundes herbeizuführen. Von einer weiteren Verfolgung dieser Verhältnisse nahmen wir Abstand, nachdem es uns gelang, den Schwefelwasserstoff in den Organen von Rothlaufthieren durch die Schwärzung des Bleipapieres nachzuweisen. Wir benutzten zu diesem Zwecke an Rothlauf eingegangene Tauben. Die mit dem Blute dieser Thiere sowie mit dem von Mäusen und Kaninchen, welche an Rothlauf gestorben waren, angestellten Spektralversuche verliefen durchweg negativ. Vielleicht verhindert die Kleinheit der Thiere sowie deren Empfindlichkeit gegen die Giftwirkung des Schwefelwasserstoffes das Anhäufen einer für das Zustandekommen des Spektralbefundes ausreichenden Menge desselben im Blute. Organstücke sofort nach dem Tode obduzirter Rothlauftauben wurden aseptisch in sterile Reagensgläser gebracht; oberhalb des Wattepfropfens wurde ein Bleipapier eingeschaltet, und die mit einer Gummikappe verschlossenen Röhrchen kamen darauf in den Brutschrank. Schon am folgenden Tage war in einer Anzahl derselben das Bleipapier geschwärzt, und nach 2 Tagen trat die Reaktion in allen Gläsern hervor. In den Organstückchen waren die Rothlaufbakterien üppig weiter gewachsen und, wie die Plattenaussaaten erwiesen, zumeist als Reinkultur; in einigen Gläsern hatten sich Verunreinigungen eingeschlichen. Dieser Versuch wurde mit dem gleichen Ergebniß auch mit Organstückchen von Schweinen

und Kaninchen wiederholt. Uebrigens konnte auch in dem aus den Organen der Rothlaufschweine stammenden Blute, dessen Spektrum den Schwefelwasserstoffstreifen gezeigt hatte, durch Versetzen mit verdünnter Salzsäure und Anwärmen auf dem Wasserbade der Schwefelwasserstoff ausgetrieben und durch die Bleipapierreaktion nachgewiesen werden.

Daß die Rothlaufbakterien aus frisch dem Thierkörper entnommenem Material Schwefelwasserstoff bilden können, wurde durch diese Versuche bewiesen. Diese Eigenschaft theilen sie mit zahlreichen anderen Bakterien.

Das Auftreten des Schwefelwasserstoffs im Darm ist seit langer Zeit bekannt und eingehend studirt. So ermittelten Planer und Ruge[1]), daß der Schwefelwasserstoff neben der Kohlensäure ein Hauptgährungsgas bei Fleischkost ist und besonders schnell aus dem Darm in das Blut diffundirt. Auch im Eiter von fauligen Abscessen wurde Schwefelwasserstoff wiederholt nachgewiesen. Nach Senator[2]) kommen Fälle von Selbstvergiftung durch Schwefelwasserstoff (Hydrothionaemie) bei Magenbarmkatarrhen vor. Es muß daher die Möglichkeit zugegeben werden, daß die positiven Spektralbefunde bei den Schweinen auf eine vielleicht schon während des Lebens stattgehabte Diffusion des Schwefelwasserstoffes in das Blut zurückzuführen sind.

Wir haben in einigen Fällen auch den Harn der an Rothlauf gestorbenen Schweine auf Schwefelwasserstoff geprüft und dabei einmal eine geringe Schwefelwasserstoffreaktion erhalten. Leider konnten wir auf diesen Gegenstand nicht genügend Zeit verwenden, so daß diese Versuche noch der Ergänzung bedürfen.

Der Nachweis des Schwefelwasserstoffs im Harn ist bei verschiedenen Krankheiten des Menschen geliefert worden und hat zu der Bezeichnung „Hydrothionurie“ Anlaß gegeben[3]). Vielleicht ist auch das Auftreten von unterschwefligsauren Salzen im Harn bei bakteriellen Krankheiten, welches z. B. Strümpell[4]) bei Typhus feststellte, auf den in den Organen gebildeten Schwefelwasserstoff zurückzuführen. Vergleiche darüber auch die Arbeiten von Fr. Müller[5]), Härtling[6]), Rosenheim[7]) und Gutzmann[8]), Regensburger[9]), sowie die einschlägigen Angaben in den Lehrbüchern von Hoppe-Seyler und Joh. Ranke.

4. Versuche zur Toxikologie des Schwefelwasserstoffs.

Der Nachweis des Schwefelwasserstoffs in den Rothlaufkulturen und in den bebrüteten Organstücken der Rothlaufthiere, sowie die positiven Blutbefunde mußten die Erwägung nahe legen, daß dies giftige Gas eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Rothlaufkrankheit spielt, zumal die an den Rothlaufthieren im Leben und nach dem Tode beobachteten Erscheinungen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Befunde bei Schwefelwasserstoffvergiftungen zeigen. Die hochgradige Benommenheit, die starke Athemnoth, die Lähmungen der Hinterhand und an der Leiche die vielen Blutaustritte erinnern an

---

[1]) Nach Gorup-Besanez, physiol. Chemie 1878 und Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. IX. 4. Aufl. S. 338. Planer, die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehung zum Blute. Sitzungsberichte der Wiener Akad. der Wissensch. 1860. Bd. 42.

[2]) Senator, Berliner klin. Wochenschr. 1868. S. 254.

[3]) Vergleiche dazu Salkowski und Leube, Die Lehre vom Harn. 1882. S. 411.

[4]) Strümpell, Archiv der Heilkunde. 1876. S. 390.

[5]) Fr. Müller, Berliner klinische Wochenschr. 1887. S. 405.

[6]) Härtling, Ueber das Vorkommen von Schwefelwasserstoff im Harn. Dissertation. Berlin 1886.

[7]) Rosenheim, Fortschr. der Medizin. 1887, Nr. 11 S. 345.

[8]) Rosenheim und Gutzmann, Deutsche medizin. Wochenschr. 1888, Nr. 10.

[9]) Regensburger nach v. Froschauer, Demonstration über das Verhalten von Schimmelvegetation und der septischen Infektion zum Schwefelwasserstoff mit bezüglichen Mittheilungen. (Vorgetragen in der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien am 20. Jan. 1882.) Wiener mediz. Presse 1882 Nr. 8, 9, 10 u. 12.

eine Vergiftung mit Schwefelwasserstoff. Vielleicht darf man auch die wiederholt gemachte und auch von uns an Schweinen und an Mäusen bestätigte Beobachtung heranziehen, daß sowohl beim Rothlauf als auch bei Schwefelwasserstoffvergiftungen die Herzthätigkeit sehr spät erlischt, das Herz somit in beiden Fällen als das „ultimum moriens" bezeichnet werden kann. Auf die Aehnlichkeit der bei Schwefelwasserstoffvergiftungen auftretenden Erscheinungen mit septikämischen Prozessen ist öfter aufmerksam gemacht worden. Demarquay[1]) giebt sogar an, er habe bei einem Kaninchen durch Schwefelwasserstoff eine chronische, unter Symptomen der Septikämie auftretende Vergiftung erzeugt. Daß der Schwefelwasserstoff eine sehr heftige Giftwirkung auf die Centralapparate ausübt und nicht nur als Sauerstoff verdrängendes Mittel wirkt, ist allgemein anerkannt[2]). Vergleiche darüber neben den Handbüchern von Husemann[3]), Eulenburg[4]) und den Lehrbüchern von Hermann[5]) und Lewin[6]) auch die Arbeiten von Smirnow[7]), Peyron[8]), Pohl[9]), Laborde[10]) und Lehmann[11]). Der Schwefelwasserstoff geht nach diesen Autoren im Blute zum Theil in Schwefelalkali über und wirkt als solches. Nach Peyron wirkt das Gas im arteriellen System viel schneller und intensiver als beim Einbringen in die Venen. Der Tod erfolgt durch Stillstand der Athmung von den Centralorganen aus. Dabei zeigt das Blut bei Warmblütern oft gar keine Veränderung. In letzterer Beziehung erschienen uns die Versuche von Lewin[12]) über Vergiftung mit Schlippeschem Salz und Schwefelalkalien von besonderem Interesse und zum Vergleiche mit dem Rothlauf geeignet. Lewin bestätigte, daß beim Einspritzen tödtlicher Mengen von Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelalkali in die Blutbahn von Kaninchen das Blut spektroskopisch unverändert blieb. Den Schwefelwasserstoffstreifen konnte er jedoch erzeugen, wenn den Thieren eine verdünnte Lösung von Schlippeschem Salz (Natriumsulfantimoniat $Na_3\,Sb\,S_4$) in das Blut eingespritzt wurde. Das Salz entbindet nach Lewin im Blute bezw. in den Organen unter Abscheidung von Schwefelantimon Schwefelwasserstoff, der im Entstehungszustande sehr

---

[1]) Demarquay, Compt. rend. LX. 1864. S. 74.

[2]) K. B. Lehmann, Experimentelle Studien über Schwefelwasserstoff. (Während der Drucklegung erschienen und die große Giftigkeit des Schwefelwasserstoffes für die Centralapparate bestätigend.)

[3]) Husemann, Handbuch der Toxikologie; Supplementband 1867.

[4]) Eulenberg, die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen.

[5]) L. Hermann, Lehrbuch der Toxikologie. 1874.

[6]) L. Lewin, Lehrbuch der Toxikologie. 1885.

[7]) G. Smirnow, Wirkungen des Schwefelwasserstoffs auf den thierischen Organismus nebst einigen Daten zur Pathologie des Cheyne-Stockes'schen Respirationsphänomens. Centralbl. f. d. medizin. Wissensch. 1884. S. 641—644.

[8]) J. Peyron, Verschiedenheiten in der Absorption des Schwefelwasserstoffs bei Berührung mit verschiedenen Oberflächen des lebenden Thieres. Derselbe, Ueber die Gefahr, welche Schwefelwasserstoffinjektionen in das Rektum bieten können. Compt. rend. soc. biolog. 1885, S. 556—558; 1886 S. 67—70 und S. 515—518. Refer. im Berichte der deutschen chem. Ges. 1887. 3. Ref. S. 295.

[9]) J. Pohl, Ueber die Wirkungsweise des Schwefelwasserstoffs und der Schwefelalkalien. Archiv für experiment. Pathologie und Pharmacie. Bd. 22. S. 1—25. 1887.

[10]) J. V. Laborde. Sur l'action physiologique et toxique de l'hydrogène sulfuré et en particulier sur le mécanisme de cette action. Compt. rend. soc. biolog. 1866. S. 113—116.

[11]) K. B. Lehmann, Experimentelle Studien über Schwefelwasserstoff. Archiv für Hygiene. 1892. Bd. 14. Heft 2.

[12]) L. Lewin, Virchow's Archiv. 1878. Bd. 74. S. 220. Monatsber. der Kgl. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 27. Juni 1878.

energische Giftwirkung entfaltet und auch zur Bildung des charakteristischen Absorptionsstreifens Anlaß giebt, während freier Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkalien etwas anders wirken und den Spektralstreifen nicht hervorrufen können. Wir haben diese Versuche mit Mäusen und Kaninchen wiederholt und müssen die Beobachtungen von Lewin bestätigen.

Nach Einbringung von 0,1 g in Wasser gelöstem Natriumsulfantimoniat unter die Haut, starben die Mäuse in Zeit von 1 bis 2 Minuten unter sehr heftiger Athemnoth. Bei einer Dosis von 0,01 g erfolgte der Tod erst nach 3 bis 8 Minuten unter den gleichen Erscheinungen. Auf Bleipapier erzeugten die aus den Nasenlöchern austretenden Luftströme sofort braune Flecken. Kurz vor dem Tode verlor die Haut der weißen Mäuse ihr rosiges Aussehen und wurde bläulich. Auch die rothe Farbe des Augenhintergrundes ging in ein schmutziges Grau über. Längere Zeit, mehrere Minuten nach dem Aufhören des Cornealreflexes, schlug das Herz noch und selbst nach dem Oeffnen der Brusthöhle und Bloßlegung desselben konnte man seine Bewegung noch wahrnehmen. Das Unterhautgewebe erschien von ausgeschiedenem Schwefelantimon orange gefärbt, Blut und Organe sahen mißfarben aus und im Blute der mit 0,1 g Salz vergifteten Mäuse wies das Spektroskop zuweilen 3 Streifen nach, während dieser Nachweis im Blute mit 0,01 vergiftete Mäuse stets mißlang. Die Mäuse verhielten sich dem Schlippeschen Salz gegenüber nicht gleichmäßig. Einige blieben nach 0,01 über eine Stunde am Leben. Vielfach traten Lähmungen der Hinterhand und Krämpfe auf. Nach dem Einspritzen einer 0,1 g Schwefelnatrium enthaltenden Lösung starben die Mäuse binnen kurzer Zeit und zwar unter den gleichen Erscheinungen, jedoch konnte in dem Spektrum ihres Blutes der Schwefelwasserstoffstreifen nicht aufgefunden werden.

Ausgewachsene, etwa 1,5 kg schwere Kaninchen gingen nach Einbringung von 0,1 g Natriumsulfantimoniat in eine Ohrvene in wenigen Minuten unter sehr stürmischen Erscheinungen (heftige Krämpfe, Lähmungen der Hinterhand und hochgradiger Athemnoth) zu Grunde. In dem vor dem Tode sowie auch später nach dem Tode entnommenen Blute war der Schwefelwasserstoff spektroskopisch nachweisbar. Ein Geruch nach diesem Gase oder eine Bräunung des Bleipapiers trat nicht auf. Das den Thieren vor die Maul- und Nasenöffnung gehaltene Bleipapier erlitt durch den Athem deutliche Bräunung. Schwefelnatrium vertrugen die Kaninchen in weit stärkerer Menge; obschon sie nach jeder Einspritzung (0,1 — 0,2 g) sehr krank wurden und gleich nach der Einbringung der Schwefelwasserstoff sich im Athem nachweisen ließ, gelang es dennoch niemals im Spektrum des Blutes dieser Thiere den Schwefelwasserstoffstreifen zu sehen.

Aus diesen Versuchen geht zweifellos hervor, daß eine tödtliche Schwefelwasserstoffvergiftung vom Blute aus nur unter ganz besonderen, noch keineswegs aufgeklärten Bedingungen zur Bildung des Schwefelwasserstoffspektrums Anlaß giebt, und daß das Fehlen desselben das Vorhandensein der Schwefelwasserstoffvergiftung nicht ausschließt.

5. Versuche über den Nachweis etwaiger durch die Rothlaufbakterien gebildeter Gifte.

Während es gelungen ist, die Wirkung einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von pathogenen Bakterienarten mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit auf ge-

wisse durch deren Lebensthätigkeit erzeugte Giftstoffe zurückzuführen, steht für manche Arten dieser Nachweis noch aus. Er gilt bekanntlich als einwandsfrei erbracht, wenn solche Gifte, welche die charakteristischen Krankheitserscheinungen hervorrufen, in ausreichender Menge in den von den Bakterien befallenen Körpertheilen oder in künstlichen Reinkulturen nachgewiesen, von den Bakterien abgesondert und womöglich in mehr oder minder reinem Zustande dargestellt worden sind. Des Oefteren hat es sich gezeigt, daß die Gifte in den Bakterien selbst enthalten waren und nach dem Absterben derselben ausgezogen bezw. an ihrer Wirksamkeit erkannt werden konnten. So hat für die Cholerabazillen schon Cantani[1]) gefunden, daß ihre giftige Wirkung allem Anscheine nach auf ein in ihrem Leibe befindliches Gift zurückzuführen ist, welches nach dem Absterben der Bakterien in den Kulturflüssigkeiten bezw. im Thierkörper sich auflöst und alsdann in Wirkung tritt. Vor Kurzem hat R. Pfeiffer[2]) von Neuem auf die große Giftigkeit der Leiber der von ihm durch Chloroform abgetödteten Cholerabakterien aufmerksam gemacht und dabei die überaus leichte Zersetzbarkeit des im Cholerabakterienleibe enthaltenen Giftes dargethan. Gamaleïa[3]) bewies ferner, daß bei der von Metschnikoff gefundenen Vibrionenart der spezifische Giftstoff in den Vibrionen selbst steckt. Auch dieses wurde von Pfeiffer bestätigt. Von weiteren zum Theil schon älteren Untersuchungen über giftige aus den Bakterienleibern selbst dargestellte Stoffe erwähnen wir die Arbeiten von Nencki, Hammerschlag, Buchner und vor allem diejenigen von Robert Koch.

Der Nachweis von der Giftigkeit der Bakterienleiber kann unseres Erachtens nur als die erste Stufe zur wirklichen Erkenntniß der betreffenden Gifte gelten. Er steht etwa in gleicher Höhe wie der Beweis, daß dem Körper der Fingerhutpflanze oder dem des Fliegenpilzes giftige Eigenschaften zukommen.

Flügge[4]) hat schon vor mehreren Jahren darauf hingewiesen, daß es bei manchen Septikämien, wie Milzbrand und Schweinerothlauf eines direkten Giftnachweises gar nicht erst bedarf, um die todbringende Wirkung der das ganze Kapillarnetz der wichtigsten Körperorgane durchsetzenden Bakterien zu erklären. Vergleiche darüber auch in Flügge's Werk „die Mikroorganismen“[5]) die Ausführungen, nach denen der Gasaustausch und der Stoffwechsel im Gewebe durch den Lebensprozeß der parasitischen Spaltpilze allmählich derart beeinflußt werden kann, daß Krankheitserscheinungen und schließlich der Tod die nothwendige Folge sind. Aber auch dieser Zusammenhang bedarf der näheren Aufklärung und in Betreff der Wirkung der Rothlaufstäbchen glauben wir durch die Entdeckung ihrer Fähigkeit, Schwefelwasserstoff zu bilden, einen Fortschritt in der Erkenntniß herbeigeführt zu haben.

---

[1]) Arnoldo Cantani, Deutsche medizin. Wochenschr. 1886. Bd. 12. Nr. 45. S. 789—793.

[2]) R. Pfeiffer, Untersuchungen über das Choleragift. Zeitschr. f. Hygiene 1892. Bd. 11. Heft 3. S. 393. (Die oben besprochene Abhandlung von Cantani hat Pfeiffer nicht erwähnt.)

[3]) Gamaleïa, l. c.

[4]) C. Flügge, Studien über die Abschwächung virulenter Bakterien und die erworbene Immunität. Zeitschr. f. Hygiene. 1888. Bd. 4. S. 208.

[5]) C. Flügge, Die Mikroorganismen. 2. Aufl. 1886. S. 518 u. f. Auch Brieger, Wassermann und Kitasato kommen in ihrer inzwischen erschienenen Arbeit „Ueber Immunität und Giftfestigung“ (Zeitschr. f. Hygien. 1892 Bd. 11) für die „septikämischen Bakterienkrankheiten“ wie Milzbrand und Rothlauf zu der gleichen Ansicht.

Versuche, ein von den Rothlaufbakterien erzeugtes Gift aufzufinden sind von verschiedener Seite gemacht worden, jedoch ohne ausreichenden Erfolg. Allerdings kann an dem Scheitern dieser Bestrebungen die große Mangelhaftigkeit der in Anwendung genommenen Methoden Schuld sein, durch welche die Giftstoffe möglicherweise zerstört wurden. Auch unsere Versuche sollen in dieser Beziehung noch nicht als endgültige aufgefaßt werden.

Frische Organe von Schweinen, Tauben und Kaninchen, welche an Rothlauf eingegangen waren, wurden unmittelbar nach dem Tode fein zerkleinert und mit einer kräftigen Presse ausgedrückt. Größere Mengen des Saftes, Kaninchen und Mäusen eingespritzt, riefen Vergiftungserscheinungen nicht hervor, sondern die Thiere starben innerhalb der erwarteten Zeit an Rothlauf.

Für die Gewinnung etwaiger wirksamer Stoffe in konzentrirterer Form aus dem Safte mußte das am wenigsten eingreifende Verfahren des Eintrocknens bei niederer Temperatur zur Zeit unterbleiben, und wir begnügten uns mit der Fällung der mehrere Liter betragenden Saftmenge durch Alkohol. Die gesammelten Niederschläge wurden im luftleeren Exsikkator über Schwefelsäure getrocknet und stellten ein von mitgefälltem Blutfarbstoff chokoladebraun gefärbtes Pulver dar. Lebende Rothlaufstäbchen waren darin nicht vorhanden. Mehrere Gramm mit sterilem Wasser zu einem Brei angerührt, wurden Mäusen und Kaninchen unter die Haut gebracht. Die Thiere blieben gesund. Auszüge aus größeren Mengen des Pulvers mit Kochsalz und Sodalösung waren ebenfalls wirkungslos. Einen gleichen Mißerfolg hatten wir mit glycerinhaltigen Auszügen frischer Organe von Kaninchen und Tauben, die an Rothlauf gestorben waren. Auch die durch Thon oder Kieselguhrfilter[1]) keimfreifiltrirten Kulturflüssigkeiten brachten, in größeren Mengen Mäusen unter die Haut oder Kaninchen und Tauben in die Venen eingespritzt, keine Erkrankung hervor.[2]) Nur in ein paar Fällen gingen die Mäuse an Rothlauf, jedoch auffallend spät ein, trotzdem einige Tropfen der blankfiltrirten Flüssigkeiten, in Bouillon oder Gelatine gebracht, sich keimfrei erwiesen. Diese Befunde zeigten, daß die Thonfilter bei starkem Druck nach längerem Gebrauch vereinzelte Rothlaufstäbchen durchgelassen hatten. Auch die auf den Filtern zurückgebliebenen Bakterienmassen waren nach dem Auswaschen und Abtödten durchaus ungiftig. Große Mengen davon konnten Kaninchen und Tauben in die Blutbahn gebracht werden, ohne daß im Befinden der Thiere etwas Krankhaftes zu Tage trat. Das Gleiche galt von den reichlichen Bakterienabsätzen in den oben erwähnten Serumbouillonkulturen. Die Abtödtung geschah durch strömenden Dampf, zum Theil durch mehrstündiges Erhitzen auf 52°, und auch vermittelst des von Kirchner[3]) angegebenen Chloroformverfahrens. Auch ganz frische sowie alte, üppige Kulturen, die in der angegebenen Weise abgetödtet und im Ganzen eingespritzt wurden, waren ungiftig. Die pathologischen Flüssigkeiten aus den Körperhöhlen, der an Rothlauf eingegangenen Thiere, z. B. die Herzbeutelflüssigkeit der

---

[1]) Wir haben uns sowohl aus Porzellanthon als auch aus der von Berkefeld eingeführten Kieselguhrmasse bei Dr. Robert Muencke besondere Filter nach dem Reichelschen Prinzip anfertigen lassen.

[2]) Auch Lorenz giebt in der schon erwähnten Arbeit an, daß große Mengen der keimfreifiltrirten Rothlaufkulturen auf Mäuse ohne Einwirkung blieben.

[3]) Kirchner, Zeitschr. für Hygiene. Bd. 8. S. 469.

Tauben, sofort nach dem Tode entnommen, waren gleichfalls nicht unmittelbar giftig, sondern riefen nur bei den Versuchsthieren den in gewohnter Weise verlaufenden Rothlauf hervor.

6. Versuche über die Einwirkung von Rothlaufkulturen auf tuberkulöse Meerschweinchen.

Nachdem es uns nicht gelungen war, bei Mäusen, Kaninchen und Tauben eine unmittelbare Rothlaufvergiftung hervorzubringen, versuchten wir dies bei tuberkulösen Meerschweinchen. Gamaleïa[1]) hat bereits 1889, und im vorigen Jahre haben Metschnikoff und Roudenko[2]) darauf aufmerksam gemacht, daß tuberkulöse Meerschweinchen sehr empfindlich für Bakteriengifte sind. Die Mittheilungen von Robert Koch über das Tuberkulin, die Arbeiten von Buchner[3]), E. Römer[4]) und G. Gärtner und Fr. Roemer[5]) u. A. brachten dann weitere Thatsachen dafür bei.

Von 20 300 bis 400 g schweren Meerschweinchen derselben Zucht (nur 1 Thier wog 205 g) wurden 10 mit annähernd gleichen Mengen derselben in sterilem Wasser aufgeschwemmten Reinkultur von Tuberkelbazillen (112. Generation, sehr üppig auf schräg erstarrtem Blutserum gewachsen), in die Bauchhöhle und 10 in das Unterhautzellgewebe geimpft. Die Thiere wurden alle 10 Tage gewogen. Sie nahmen bis zum Beginn der Rothlaufversuche nach 36 Tagen und auch später noch fast alle an Gewicht zu. 4 von ihnen starben, ohne weitere Eingriffe erlitten zu haben, an Tuberkulose und zwar nach 14, 21, 36 und 41 Tagen. Ihre Gewichte waren bei der Impfung 420, 342, 320 und 350 g, nach dem Tode 300, 231, 220 und 202 g.

Am 36. Tage nach der Impfung mit Tuberkulose bekamen 2 Thiere (Anfangsgewichte 362 und 375 g, Gewicht am 36. Tage bei beiden 400 g) je 1 ccm einer 4tägigen, keimfrei filtrirten Rothlaufkultur in einprozentiger Peptonbouillon unter die Haut gespritzt. Beide zeigten außer einer vorübergehenden, geringen Temperaturerhöhung keine Aenderung ihres Zustandes. Das erste starb 22 Tage später, 58 Tage nach der Infektion mit Tuberkulose, das zweite nach 28 Tagen, 64 Tage nach der Tuberkuloseimpfung. Die betreffenden Gewichte der Leichen waren 305 und 300 g. Auch auf 2 gesunde Kontrolthiere von annähernd gleichem Gewicht übte die Rothlaufkultur keine Wirkung aus.

Zum Vergleich wurde eine üppig gewachsene, 6 Wochen alte Kultur der Bazillen der Geflügeltuberkulose in zehnprocentiger Peptonbouillon mit 5% Glycerinzusatz, die vorher durch Filtration von den Tuberkelbazillen befreit war, herangezogen. 2 tuberkulösen Meerschweinchen (Anfangsgewichte 312 und 367 g), 370 und 388 g wiegend, wurde je 0,5 ccm des Filtrats eingespritzt, desgleichen 2 gesunden

---

[1]) Gamaleïa, Vibrio Metschnikovi. Vaccination chimique. Annales de l'Institut Pasteur 1889, Anmerkung zu S. 543. „Les animaux tuberculeux sont extraordinairement sensibles à l'action toxique de notre liquide.“ (Eine 14tägige, durch Dampf sterilisirte Kultur des Vibrio Metschnikovi in Bouillon aus Kalbsfüßen.)

[2]) Metschnikoff et Roudenko, Recherches sur l'accoutumence aux produits microbiens. Annales de l'Institut Pasteur. 1891. S. 567. (Die betreffende Stelle findet sich S. 574.)

[3]) Buchner, Tuberkulinreaktion durch Proteïne nicht spezifischer Bakterien. Münchener mediz. Wochenschr. 1991. S. 841—843.

[4]) E. Römer, Darstellung und Wirkung proteïnhaltiger Bakterienextrakte. Berlin. Klin. Wochenschrift. 1891. S. 1189—1192.

[5]) G. Gärtner und Fr. Roemer, Ueber die Einwirkung von Bakterienextrakten auf den Lymphstrom. Wiener medizin. Blätter. 1891. S. 654.

Thieren. Letztere zeigten am anderen Tage eine geringfügige Temperaturerhöhung und blieben in der Folge munter. Von den beiden tuberkulösen Thieren war das eine am anderen Morgen todt. Es wog 348 g und zeigte bei der Obduktion die bekannten Erscheinungen einer starken „Reaktion" in der Umgebung der tuberkulösen Heerde. Das andere mit der filtrirten Tuberkelbazillenkultur behandelte Thier war am folgenden Tage schwer krank. Das tuberkulöse Geschwür an der Impfstelle war blutunterlaufen und entzündet, die Temperatur erhöht. Das Thier erholte sich aber von dem Eingriff, nahm vorübergehend noch an Gewicht zu und starb erst 45 Tage später, 81 Tage nach der Infektion an Tuberkulose; Endgewicht 310 g.

Einige Tage später, 40 Tage nach der Impfung der Meerschweinchen mit Tuberkulose, wurden die Versuche mit größeren Mengen einer üppig gewachsenen, keimfrei-filtrirten Rothlaufkultur in zehnprozentiger Peptonbouillon wiederholt. 2 Thiere (Anfangsgewichte 342 und 402 g) bekamen je 2 ccm, 2 andere Thiere (Anfangsgewichte 342 und 340 g, am 40. Tage 465 und 270 g) je 4 ccm dieser Flüssigkeit unter die Haut gespritzt.

Alle 4 Thiere waren am anderen Morgen todt (Gewichte nach dem Tode, am 41. Tage nach der Impfung, 262, 365, 430 und 242 g), während die gesunden mit der gleichen Menge Rothlaufkultur behandelten Kontrolthiere auch in der Folge munter blieben.

Bei der Obduktion der 4 nach Einspritzung des Rothlauffiltrates zu Grunde gegangenen Thiere zeigte sich in der Umgebung der tuberkulösen Heerde (auch in den Lungen) eine theilweise sehr starke Reaktion. Dieselbe war in nichts zu unterscheiden von der Reaktion, welche ein zur Kontrole mit 2 ccm der filtrirten Kultur von Vogeltuberkulose gespritztes und ebenfalls am anderen Tage todt vorgefundenes, tuberkulöses Meerschweinchen darbot (Anfangsgewicht 395 g, Gewicht am 40. Tage 450 g, der Leiche am 41. Tage 435 g).

Der Ausfall dieser Versuche mußte auf die Anwesenheit eines Reizstoffes in dem Rothlauffiltrat zurückgeführt werden, nur war es fraglich, ob dieser Körper wirklich darin der Lebensthätigkeit der Rothlaufstäbchen seine Anwesenheit verdankte. Sehr groß war die Giftigkeit der Rothlaufkulturen aber selbst für die tuberkulösen Meerschweinchen nicht.

Ein tuberkulöses Thier (Anfangsgewicht 370 g) bekam am 40. Tage (500 g) 4 ccm der gleichen aber unfiltrirten Rothlaufkultur; es wurde zwar sehr krank, und das Geschwür an der Impfstelle zeigte starke Reaktion, erholte sich jedoch wieder, und wog 9 Tage später noch 385 g. Erst 57 Tage nach der Infektion mit Tuberkulose starb es mit einem Endgewicht von 285 g. Das 340 g schwere, gesunde Kontrolthier blieb munter.

2 weiteren Thieren der Reihe (Gewichte am Anfange 385 und 368 g), sowie 3 Kontrolthieren von annähernd gleichem Gewicht wurden am 42. Tage nach der Infizirung mit Tuberkulose (Gewichte an diesem Tage 470 bezw. 410 g) je 2 ccm einer breiförmigen Aufschwemmung des durch Alkoholfällung aus dem Organsaft der Rothlaufschweine bereiteten Pulvers unter die Haut gebracht. Am nächsten Morgen war eins dieser Kontrolthiere todt, und zeigte bei der Sektion malignes Oedem. Von den beiden tuberkulösen Thieren starb das erste 2 Tage nach der Einverleibung des Pulvers an malignem Oedem (Gewicht 44 Tage nach der Infektion 400 g); in der Umgebung der Tuberkelheerde Reaktion. Das andere lebte noch 29 Tage und starb 71 Tage nach der Infektion an Tuberkulose, bei einem Endgewicht von 275 g.

Der aus Anlaß des Absterbens der mit Rothlaufkultur behandelten Thiere angestellte Kontrolversuch mit unbesäeter zehnprozentiger Peptonbouillon an 2 weiteren seit 24 Tagen tuberkulösen Meerschweinchen lieferte den überraschenden Beweis, daß diese Bouillon, welche für gesunde Meerschweinchen in Mengen von 4 ccm eingespritzt ohne Nachtheil war, die tuberkulösen Thiere tödtete.

Den beiden Meerschweinchen (Anfangsgewicht 420 bezw. 370 g, am 42. Tage nach der Impfung 437 bezw. 327 g) wurden je 4 ccm derselben sterilen zehnprozentigen Peptonbouillon eingespritzt, aus der die vordem angewandte Rothlaufkultur bereitet war. Beide Thiere waren am anderen Morgen todt. Das Gewicht der Leichen (43 Tage nach der Tuberkuloseimpfung) betrug 425 bezw. 260 g. In der Umgebung der tuberkulösen Heerde zeigten sich auch in diesen Fällen die Erscheinungen einer Reaktion, allerdings nicht ganz so stark wie bei den mit Rothlaufkulturen behandelten Thieren. Diese Giftwirkung scheint dem hohen Peptongehalt der Nährbouillon zuzukommen; jedoch müssen darüber erst noch weitere Versuche angestellt werden.

Auch direkt eingebrachter Schwefelwasserstoff übte auf tuberkulöse Meerschweinchen keinen schädlichen Einfluß aus. 2 solcher Thiere (Anfangsgewichte 350 und 332 g) bekamen am 49. Tage nach der Impfung mit Tuberkulose (sie wogen an diesem Tage 390 bezw. 388 g) je 1 ccm einer Auflösung von 0,2 % Schwefelnatrium unter die Haut eingespritzt. 2 gesunde Thiere erhielten 2 bezw. 3 ccm der gleichen Lösung, ohne daß dieser Eingriff nachtheilige Folgen hatte. Die tuberkulösen Thiere waren eine Zeit lang sehr unruhig, erholten sich aber wieder. Erst 20 bezw. 27 Tage später (69 bezw. 76 Tage nach der Impfung mit Tuberkulose) gingen sie mit dem gleichen Endgewicht von 270 g an Tuberkulose zu Grunde.

Die mit Rothlaufkulturen auf tuberkulöse Meerschweinchen erzielten Wirkungen durften demnach nicht auf Reizstoffe, die ihre Entstehung der Lebensthätigkeit der Rothlaufbakterien verdankten, bezogen werden.

Es gelang somit überhaupt nicht, in den Rothlaufkulturen und in den Organen der an Rothlauf gestorbenen Thiere ein anderes Gift, als den Schwefelwasserstoff nachzuweisen.

Vielleicht erzeugen die auch in den Haargefäßen der Centralorgane überreichlich vorhandenen Rothlaufstäbchen dort allmählich gerade so viel dieses Giftes, als zu einer tödtlichen Vergiftung ausreicht. Möglicherweise wirkt dieser Schwefelwasserstoff, ähnlich wie der aus dem Natriumsulfantimoniat sich bildende, besonders kräftig auf den Thierkörper ein oder entfaltet seine Wirkung im Vereine mit einem bis jetzt noch unbekannten durch die Bazillen gebildeten Gifte. Man kann sich aber auch, da der Schwefelwasserstoff, wie die im letzten Abschnitte dargelegten Versuche erweisen, erst an zweiter Stelle auftritt, insofern er seine Entstehung der Einwirkung von nascirendem Wasserstoff auf gewisse schwefelhaltige, eiweiß- bezw. peptonähnliche Verbindungen verdankt, die schädliche Einwirkung der Rothlaufbakterien auf die Gewebe und Organe des Körpers in der Art vorstellen, daß der nascirende Wasserstoff ohne gerade zur Bildung von Schwefelwasserstoff Anlaß zu geben in einer vielleicht den vorerwähnten Ausführungen von Flügge entsprechenden Weise den normalen Gasaustausch bezw. Stoffwechsel in den von den Bazillen befallenen Geweben so verändert, daß Krankheitserscheinungen und endlich der Tod die Folge sind.

Solche Betrachtungen sollen jedoch nicht mehr sein, als Vermuthungen, die mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit ausgestattet sind. Es bleiben vor Allem weitere Erfahrungen darüber abzuwarten.

Uebrigens darf der Schwefelwasserstoff mit dem gleichen Rechte wie die anderen in den Reinkulturen aufgefundenen Gifte als Bakteriengift angesprochen werden. Von den aus den Bakterienkulturen abgeschiedenen Ptomaïnen und Toxinen bis herauf zu den den Eindruck der chemischen Reinheit bezw. einheitlicher chemischer Körper durchaus

nicht machenden Toxalbuminen und Toxopeptonen[1]) ist der Nachweis, daß die gleichen Gifte von den Bakterien auch im Thierkörper gebildet werden, in vielen Fällen noch des Genaueren zu erbringen. Jedenfalls ist es eigenthümlich, daß gerade die Rothlaufstäbchen, in deren Kulturen andere Gifte bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind, zu denjenigen pathogenen Bakterien gehören, die besonders reichlich Schwefelwasserstoff erzeugen.

7. Die Bildung von Schwefelwasserstoff durch andere pathogene Bakterien.

Der auffallende Befund von Schwefelwasserstoff in den Kulturen der Rothlaufbakterien legte es nahe, auch bei anderen Bakterien genauer darauf zu fahnden. Ueber Schwefelwasserstoffbildung in den Kulturen der pathogenen Bakterien sind nur vereinzelte gelegentliche Angaben gemacht worden, ja das Fehlen dieses Stoffwechselproduktes wurde für einige Arten ganz besonders hervorgehoben. Bei der Kultur der betreffenden Bakterien auf den gewöhnlichen Nährböden (Bouillon, Nährgelatine, Nähragar, Blutserum u. s. w.) tritt dies Gas auch nur in Ausnahmefällen so reichlich zu Tage, daß es dem Geruchssinne auffällt.

Sichere Angaben über die Bildung von Schwefelwasserstoff in Reinkulturen pathogener Bakterien liegen unseres Wissens zur Zeit nach folgenden Richtungen vor. In erster Linie die Angaben für die anaëroben Bakterienarten des malignen Oedems, des Rauschbrands, des Tetanus und des bacillus spinosus, ferner die Beobachtung von Buchner[2]), daß die Cholerabakterien aus Blut Schwefelwasserstoff bilden können, die Angabe von Wood[3]), der die Schwefelwasserstoffbildung als eine allen Kommabazillen und einigen im Darm vorkommenden Bakterien gemeinsame Fähigkeit erkannte; sodann die bekannte Thatsache der Schwefelwasserstoffbildung der pathogenen Proteusarten; die Angaben über faulige Zersetzungsprodukte in den Kulturen der von Rosenbach im Wundeiter gefundenen Mikroorganismen (bacillus saprogenes I—III.) und von Passet über die eitrige Phlegmone des Menschen.

Außer diesen gelegentlichen Beobachtungen über die Schwefelwasserstoffbildung durch pathogene Bakterien sind besondere hierauf abzielende, größere Untersuchungen noch nirgends mitgetheilt worden. Zur Ausfüllung dieser Lücke prüften wir in der angegebenen Weise (S. 322) die uns gerade zur Verfügung stehenden Kulturen pathogener Bakterien. Als Nährböden fanden dabei außer den allgemein üblichen noch mehrere bei den Rothlaufversuchen erprobte Nährlösungen eine sinngemäße Verwendung, insbesondere die mit 10% Pepton versetzte Normalbouillon, die zehnprozentige Peptonlösung, saure Bouillon mit 5 und 10% Pepton, Bouillon mit Pepton und Glycerin, Bouillon mit Schwefel bezw. unterschwefligsaurem Natron und Serumbouillon. Die Kulturen wurden sowohl aërob als auch anaërob angelegt und zwar in öfters wiederholten Reihen.

---

[1]) Die Bezeichnung Toxalbumin und Toxopepton (letztere ist von Petri der ersteren nachgebildet) dürfte besser durch die richtige Bildung Toxikalbumin und Toxikopepton zu ersetzen sein.

[2]) Vergl. darüber die Angabe von Holschewnikoff in dessen Arbeit „Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch Bakterien". Fortschr. der Medizin 1889 S. 203.

[3]) Vergl. auch die Arbeiten von Miller, „Die Mikroorganismen der Mundhöhle".

Nachstehend verzeichnete Bakterien wurden in diese Versuche einbezogen:

1. die Bakterien des Schweinerothlaufs, 2. die Bakterien der Mäuseseptikämie, 3. der von Hauser beschriebene proteus vulgaris, 4. Proteus mirabilis, 5. Proteus Zenkeri, 6. der Typhusbazillus von Gaffky, 7. Bacterium coli commune, 8. der Koch'sche Vibrio der asiatischen Cholera verschiedener Herkunft, 9. Vibrio Metschnikovi, 10. die von Finkler und Prior gefundenen Vibrionen, 11. die von Miller gefundenen Spirillen, 12. die von Deneke gefundenen Spirillen, 13. Bacillus enteritidis Gärtner, 14. eine diesem sehr ähnliche, aus Fleisch gezüchtete Bakterienart, welche für Mäuse pathogen war, 15. der von Loeffler bei Menschendiphtherie gefundene Bazillus, 16. der von Loeffler bei der Taubendiphtherie gefundene Bazillus, 17. der Rotzbazillus, 18. der von R. Pfeiffer gefundene Kapselbazillus, 19. die Bakterien der Hühnercholera, 20. die Bakterien der Kaninchenseptikämie, 21. die Bakterien der Frettchenseuche, 22. die Bakterien der Schweineseuche, 23. die Bakterien des malignen Oedems, 24. die Tetanusbazillen, 25. die Rauschbrandbazillen, 26. bacillus spinosus, 27. die Streptokokken des Erysipels, 28. eine aus Abscеßeiter gezüchtete Streptokokkenart, 28. der von Kurth gefundene streptococcus conglomeratus, 30. Staphylococcus pyogenes aureus, 31. Staphylococcus pyogenes albus, 32. der von Friedländer gefundene Pneumococcus, 33. Micrococcus tetragenus, 34. der von Friedrich bei Influenza gefundene Streptokokkus, 35. der Milzbrandbazillus, 36. die von Koch im Kaiserlichen Gesundheits-Amt gezüchteten Bazillen der Säugethiertuberkulose, 37. die Bazillen der Geflügeltuberkulose.

Das auffallende Ergebniß dieser Versuche war, daß sämmtliche pathogene Bakterien unter geeigneten Versuchsbedingungen Schwefelwasserstoffbildung zeigten.

Wir unterlassen die ausführliche Darlegung aller der zahlreichen Versuchsreihen, und beschränken uns auf nachstehende Mittheilungen.

Die Schwefelwasserstoffbildung in den Reinkulturen der vorerwähnten Bakterienarten zeigte viele Abstufungen hinsichtlich der Menge der in der Zeiteinheit sowie des überhaupt entwickelten Schwefelwasserstoffs. Bei einigen Kulturen trat das Gas schnell in solcher Menge auf, daß der eingeschaltete Bleipapierstreifen schon am anderen Tage (ja zuweilen schon nach wenigen Stunden) schwarz war; in anderen Fällen konnte eine deutliche Bräunung bezw. Schwärzung des Bleipapiers am unteren Rande, erst nach mehreren Tagen bezw. nach Verlauf von 1—2 Wochen beobachtet werden. Zwischen beiden Extremen kamen mannigfache Abstufungen vor. Die Menge des gebildeten Schwefelwasserstoffes war in erster Linie abhängig von der betreffenden Bakterienart sodann von dem Nährsubstrat. Kulturen derselben Art auf verschiedenen Nährböden entwickelten oft sehr verschiedene Mengen des Gases. Auch begünstigten gleiche Nährböden von verschiedener Bereitungszeit die Schwefelwasserstoffbildung in verschiedenem Maße. Sodann zeigte die gleiche Bakterienart in verschiedenen Kulturreihen zuweilen Abweichungen in der Fähigkeit, Schwefelwasserstoff zu bilden. Solche Unregelmäßigkeiten wurden allerdings nur bei einigen Kulturen beobachtet, während andere große Gleichmäßigkeit bekundeten. Allerdings waren dies solche Arten, die das Gas besonders schnell und reichlich entwickelten, so daß vielleicht doch vorhandene, kleine Unterschiede

nicht sinnfällig zu werden brauchten. Die Schwefelwasserstoffbildung hielt stets gleichen Schritt mit der Energie des Wachsthums überhaupt. In spärlich angegangenen Kulturen ließ sich das Gas nur in geringen Spuren nachweisen, während dieselbe Bakterienart unter günstigeren Verhältnissen bei besserem Gedeihen auch sofort eine kräftigere Schwärzung des Bleipapiers zu Stande brachte. In üppig wachsenden Kulturen trat der Schwefelwasserstoff sofort auf, und zwar dauerte die Entwickelung meist längere Zeit, um mit Abnahme des Wachsthums allmählich schwächer zu werden. So lange noch ein Bakterienwachsthum in der Kultur stattfand, bildete sich auch noch Schwefelwasserstoff. Der charakteristische Geruch dieses Gases kam in vollkommener Reinheit für gewöhnlich nicht auf, wohl aber unter gewissen, unten angegebenen Bedingungen. Schwefelwasserstoff bildete sich hauptsächlich in flüssigen Nährmedien, aber auch auf festem Nährboden, selbst da, wo eine Verflüssigung durch die Bakterien nicht stattfand. Diese Schwefelwasserstoffbildung in festen Nährböden hat noch ein besonderes Interesse. Wir sind nunmehr im Stande, die eigenthümlichen als „Fernwirkung" der Bakterien beschriebenen Erscheinungen zwanglos zu erklären. Beim Studium der durch Bakterien bewirkten Reduktion von Farbstoffen wie Lackmus und insbesondere indigblauschwefelsaurem Natron findet bekanntlich eine Entfärbung der mit diesen Farbstoffen versetzten festen Nährmedien auch in einer ziemlichen Entfernung von den Bakterienkulturen (Kolonien, Impfstichen) statt. A. Spina[1]) hat diese Erscheinung eine „Fernwirkung der Bakterien im Sinne der älteren Pathologen" genannt, ohne eine Erklärung dafür anzugeben. Zweifellos ist der Schwefelwasserstoff die Ursache der Entfärbung. Eine Lösung von indigblauschwefelsaurem Natron, die durch Dinatriumphosphat schwach alkalisch gemacht worden ist, wird durch Schwefelwasserstoff entfärbt, beim Schütteln mit Luft wieder blau. Dieser Vorgang kann, so lange freier Schwefelwasserstoff vorhanden ist, beliebig oft wiederholt werden. Dieselbe Wirkung, die in einer solchen Lösung der Schwefelwasserstoff zeigt, entfaltet er auch in dem schwach alkalischen festen Nährboden. Der durch die Bakterien gebildete Schwefelwasserstoff diffundirt in die Nährmedien und erzeugt daselbst die gleichen Reduktionen, welche in der Nähe der Bakterien der nascirende Wasserstoff hervorruft. Roszahegyi[2]), der die Spina'schen Beobachtungen bestätigte, nahm zwar die Diffusion von Stoffwechselprodukten der Bakterien in die Gelatine als Ursache der Entfärbung an, er konnte jedoch nichts weiter darüber aussagen. Er vermuthete, daß diese entfärbenden Substanzen bei der Reduktion sich so verändern, daß sie nicht mehr nachgewiesen werden können. In der That wird auch der Schwefelwasserstoff bei dieser Reduktion unter allmählicher Abscheidung von Schwefel zersetzt. Zum Studium der durch Fäulniß hervorgerufenen Reduktion von Farbstoffen empfahl schon 1843 Helmholtz[3]) die

[1]) A. Spina, Bakteriologische Versuche mit gefärbten Nährsubstanzen. Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenk. 1887. Bd. 2 S. 71.

[2]) A. von Roszahegyi, Ueber das Züchten von Bakterien in gefärbten Nährgelatinen. Centralbl. für Bakteriologie u. Parasitenk. Bd. 2. 1887. S. 418.

[3]) H. Helmholtz, Das Wesen der Gährung und Fäulniß. Joh. Müllers Archiv der Anatomie und Physiol. 1843. S. 457. Vergl. auch: A. Hiller, die Lehre von der Fäulniß. 1879. S. 72 und Behring, Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes. Zeitschr. für Hygiene. Bd. 3. S. 171. Ferner: S. Kitasato und Th. Weyl, Zur Kenntniß der Anaëroben. Zeitschr. für Hygiene. Bd. 8. 1890. S. 41, 404 und Bd. 9. S. 97.

Lackmustinktur als ein äußerst empfindliches Reagens. Nach Bellucci[1]) entfärbt Schwefelwasserstoff Lackmus und Indigo weit kräftiger als die schweflige Säure. Es soll sich dabei eine wenig haltbare Molekularverbindung zwischen dem Farbstoff und dem Schwefel des Schwefelwasserstoffs bilden. Behring[2]) gab an, daß auch der nascirende Wasserstoff diese Entfärbung zu Wege bringt.

Ein höherer Gehalt an Witteschem Pepton in den Nährböden begünstigte die Schwefelwasserstoffbildung wesentlich. In den gewöhnlichen Nährmedien mit nur 1% Pepton trat die Schwärzung des Bleipapiers oft erst nach längerem Wachsthum der Kultur hervor. In Bouillon ohne Peptonzusatz war die Schwefelwasserstoffbildung stets sehr geringfügig, selbst bei denjenigen Arten, die gut darin gediehen und bei höherem Peptongehalt sofort eine kräftige Schwärzung des Bleipapieres hervorriefen. Besonders reichlich war die Schwefelwasserstoffbildung in den anaëroben Kulturen in flüssigen Nährlösungen mit höherem Peptongehalt. Auch Zusatz von Blutserum beförderte die Schwefelwasserstoffbildung.

Von den an den einzelnen Kulturen gemachten Beobachtungen seien noch folgende herausgegriffen.

Die anaëroben Kulturen der Bakterien des malignen Oedems, des Rauschbrands, des Tetanus und des bacillus spinosus in zehnprozentiger Peptonbouillon zeigten eine so kräftige Gasentwicklung, daß in den Kulturgefäßen nach 12—24stündiger Bebrütung ein Ueberdruck wahrnehmbar wurde. Die Bleipapierstreifen waren in ihrer ganzen Ausdehnung geschwärzt, und die Kulturflüssigkeiten perlten beim leisen Bewegen der Gefäße. Sie rochen höchst unangenehm, die des Rauschbrands deutlich nach Merkaptan. In Nähragar mit Zucker und ameisensaurem Natron trat trotz reichlichem Bakterienwachsthum im Impfstich auch nach wochenlanger Beobachtung die Schwärzung des Bleipapiers nur zuweilen und in geringem Maße auf. Bei Gegenwart von Zucker und ameisensaurem Natron wurden nicht unbedeutende Mengen von Schwefelwasserstoff zurückgehalten. In flüssigen Nährmedien, in denen die betreffenden Bakterien üppiger gediehen, trat die Schwärzung des Bleipapiers ungeachtet dieser Zusätze kräftig auf.

Wie aus dem nächsten Abschnitt ersichtlich ist, muß die Bildung des Schwefelwasserstoffs auf ein durch das Bakterienwachsthum hervorgerufenes Auftreten von nascirendem Wasserstoff zurückgeführt werden. Dementsprechend konnte die Entstehung von Schwefelwasserstoff auch in solchen Nährlösungen beobachtet werden, denen unterschwefligsaures Natron oder Schwefel zugesetzt war. Diejenigen der oben genannten pathogenen Bakterien, welche in einer Bouillon mit 0,5% des Salzes gut angingen, erzeugten darin bei ihrem Wachsthum reichlich Schwefelwasserstoff, so z. B. die erwähnten anaëroben Arten, sodann aber auch ziemlich stark die Cholerabakterien, die Kommabazillen

---

[1]) Bellucci, Ueber die entfärbende Wirkung des Schwefelwasserstoffes. Gazett. chimic. 1881. S. 545, Berichte der deutschen chem. Gesellsch. 1882. Bd. 15. S. 542.

[2]) Behring, Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes. Zeitschr. für Hygiene. Bd. 3. S. 171. Ferner: S. Kitasato u. Th. Weyl, Zur Kenntniß der Anaëroben. Zeitschr. für Hygiene. Bd. 8. 1890. S. 41, 404 und Bd. 9. S. 97.

von Finkler und Prior, die von Deneke, die Typhusbazillen, die Fäcesbakterien, die Bakterien der Taubendiphtherie u. a. Der in solchen Kulturen sich bildende Schwefelwasserstoff hatte den reinen Geruch dieses Gases und unterschied sich dadurch von dem in anderen Kulturen erzeugten, welchem noch ein eigenthümlicher Nebengeruch anhaftete.

Für andere Bakterien war der Zusatz des unterschwefligsauren Salzes entwicklungshemmend, so daß aus diesem Grunde der Erfolg ausblieb. Wir begnügten uns damit, an einer Reihe von Beispielen die Fähigkeit der Bakterien auch aus dem unterschwefligsauren Natron einen Theil des Schwefels in Form von Schwefelwasserstoff herauszunehmen bewiesen zu haben.

Nächst den anaëroben Arten und den Rothlaufstäbchen lieferten eine besonders kräftige Schwefelwasserstoffbildung die Bakterien der Mäusesepticämie, die Proteusarten, die Bazillen der Menschendiphtherie, der Taubendiphtherie, des Rotzes, der von Pfeiffer gefundene Kapselbazillus, die ganze Gruppe der Vibrionen, (Cholera, Vibrio Metschnikovi u. s. w.), die Typhusbazillen, der von Gärtner gefundene bacillus enteritidis, der oben erwähnte aus Fleisch gezüchtete Bazillus (pathogen für Mäuse), das bacterium coli commune und ein anderes diesem ähnliches Stäbchen aus Fäces sowie die Milzbrandbazillen.

Alle diese Arten gingen in zehnprozentiger Peptonbouillon gut an; schon nach 18stündigem Bebrüten bei 37° waren die Bleipapiere stark geschwärzt. Die Kultur der Taubendiphtheriebazillen war noch ganz besonders interessant, weil sie sich bei der Verimpfung auf weiße Mäuse noch ebenso pathogen erwies, als dies Loeffler[1]) 1881 an derselben Kultur beobachtet hatte. Die zu unseren Versuchen benutzte Kultur war seitdem im Kaiserlichen Gesundheitsamte auf künstlichem Nährboden weiter gezüchtet worden, ohne inzwischen den Thierkörper passirt zu haben. Nach ungefährer Berechnung haben wir mit der 120. Generation gearbeitet. Die Kultur hat sich also 10 Jahre lang für weiße Mäuse unverändert pathogen erhalten. Wir erwähnen diese Thatsache besonders gegenüber der gegentheiligen Angabe von Babes und Puskariu[2]), welche l. c. S. 280 mittheilen, daß ihre Kulturen der Loefflerschen Taubendiphtherie schon nach 35 Umzüchtungen im Verlaufe von 2 Jahren die Virulenz für Mäuse verloren hatten. — Auch in den Kulturen der Taubendiphtheriestäbchen auf gewöhnlicher Nährgelatine, welche dabei bekanntlich nicht verflüssigt wird, trat nach einiger Zeit starke Schwärzung des Bleipapiers hervor.

Eine etwas geringere Bildung von Schwefelwasserstoff zeigten die Bakterien der Hühnercholera, der Frettchenseuche, der Schweineseuche. Allerdings wuchsen diese Arten erst in einer Bouillon mit 2—5 % Pepton ausreichend kräftig, während sie in zehnprozentiger Peptonbouillon überhaupt nur sehr schwach angingen, und demgemäß auch ihre Schwefelwasserstoffbildung geringfügig war. Aehnlich verhielten sich die pathogenen Kokken. Einige, wie der streptococcus con-

[1]) Loeffler, Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalbe. Mittheil. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 2. 1884. S. 421.

[2]) V. Babes et E. Puscariu, Recherches sur la diphthérie des pigeons. Annales de l'Institut de bactériologie et de pathologie de Bucarest. 1. Bd. S. 267.

glomeratus Kurth, bildeten reichlich Schwefelwasserstoff. Andere Arten, so die Erysipelkokken, die Eiterstaphylokokken, der von Friedrich bei Influenza gefundene Streptokokkus bildeten wenig Schwefelwasserstoff. Die Kulturen wiesen aber im Vergleich mit denen der Stäbchenbakterien ein zweifellos geringeres Wachsthum auf, so daß dieser Umstand auch die Geringfügigkeit der Schwefelwasserstoffbildung ausreichend erklärte.

Mit besonderer Spannung prüften wir die Kulturen der Tuberkelbazillen auf Schwefelwasserstoffbildung. Es kamen dabei zur Verwendung zunächst die alte im Kaiserlichen Gesundheitsamte auf schräg erstarrtem Blutserum weiter gezüchtete aber noch immer virulente (s. S. 335) Kultur der Menschentuberkulose von Koch, die beim Beginn dieser Versuche in 110. Generation vorlag, sodann eine frisch gezüchtete Kultur aus Meerschweinchen, die mit phthisischem Sputum geimpft waren und eine Reinkultur der Geflügeltuberkulose. Die Kultur der Geflügeltuberkulose war nicht besonders virulent; damit geimpfte Tauben gingen erst nach länger als einem halben Jahre ein. Die zu den Schwefelwasserstoffversuchen benutzte Kultur war aus der Leber einer Monate vorher geimpften und nach Ablauf dieser Zeit getödteten Taube gezüchtet worden. Die rechten beiden Leberlappen des Thieres waren von erbsengroßen Tuberkelheerden durchsetzt. Die Heerde enthielten zahllose Tuberkelbazillen, welche in dichten, kugelförmigen Haufen beieinander lagen. Die übrigen Organe der Taube waren frei von Tuberkelbazillen. Ein Theil der Bazillen war, wie die Ausstrichkulturen auf Glycerinagar erwiesen, abgestorben. Diese Bakterien wuchsen auf Glycerinagar viel üppiger als auf Blutserum. Die Kulturen der Menschentuberkulose wuchsen auf dem Blutserum kräftiger und erzeugten den bekannten, trocknen Belag in reichlicher Menge. Eine Bildung von Schwefelwasserstoff wurde in den Kulturen beider Arten auf Glycerinagar beobachtet, während in den Blutserumkulturen eine Schwärzung des Bleipapiers nicht zu Tage trat. Auch die Kulturen in fünf- und zehnprozentiger Peptonbouillon mit 5 % Glycerinzusatz lieferten Schwefelwasserstoff. Sehr kräftig war die Entwicklung dieses Gases in den Kulturen der Vogeltuberkulose. Dies zeigten schon nach 8—14 Tagen eine schöne Kahmhaut und einen Bodensatz. Beide Gebilde erwiesen sich als tadellose Reinkulturen der Tuberkelbazillen. Die Bazillen der Menschentuberkulose wuchsen auf den gleichen Nährlösungen weit weniger üppig, aber auch in diesen Kulturen trat die Schwärzung des Bleipapiers nach 2—3 Wochen hervor. Der bekannte, an die Brotgährung erinnernde Geruch dieser Kulturen war in den ersten Wochen nicht ganz rein, sondern entschieden durch den Schwefelwasserstoff beeinflußt. Erst später trat dieser unangenehme Nebengeruch mehr zurück.

Wir konnten sämmtliche bekannte pathogene Bakterien auf ihre Fähigkeit Schwefelwasserstoff zu bilden nicht untersuchen, da sie uns nicht alle zur Verfügung standen. Wir zweifeln jedoch nicht, daß auch die nicht in den Kreis unserer Versuche gezogenen pathogenen Bakterien unter geeigneten Bedingungen Schwefelwasserstoff zu erzeugen im Stande sind, also etwa in üppig gedeihenden Kulturen auf Nährböden mit hohem Peptongehalt.

Die Vermuthungen, welche wir über die Bedeutung des Schwefelwasserstoffs als Bakteriengift für den Schweinerothlauf geäußert haben, müssen auf Grund dieser Verallgemeinerung des Schwefelwasserstoffbefundes folgerichtig ebenfalls eine allgemeine

Gültigkeit beanspruchen. Es gilt daher näher zu erforschen, ob pathogene Bakterien im Thierkörper Schwefelwasserstoff erzeugen. Für diejenigen Arten, welche andere stark giftige Stoffe hervorbringen, z. B. für die Bakterien des Tetanus, der Diphtherie, der Cholera, der Tuberkulose u. a. m. dürfte eine solche Untersuchung wenig Aussicht auf Erfolg haben. Ein solcher läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit nur in den Fällen erwarten, wo die Bildung anderer heftiger Gifte durch die betreffenden Bakterien bisher noch nicht erwiesen und die Verbreitung der Bakterien im Thierkörper eine bedeutende ist. Diese Bakterienkrankheiten dürften ähnliche Verhältnisse darbieten wie der Schweinerothlauf.

Vor der Hand war es uns nicht möglich, bei einer größeren Anzahl solcher Krankheiten auf Schwefelwasserstoff im Thierkörper zu fahnden. Nur einige Beispiele konnten wir herausgreifen. Gleich das erste ergab einen positiven Befund. Die blutig gefärbte Flüssigkeit aus dem Unterhautzellgewebe eines an malignem Oedem verstorbenen Meerschweinchens zeigte vor dem Spektroskop das Spektrum des Schwefelmethämoglobins. Das Blut dieses Thieres gab jedoch die Erscheinung nicht. Gleichfalls negativ fiel die spektroskopische Untersuchung des Milzbrandblutes aus. Allerdings untersuchten wir nur solches von Mäusen und Meerschweinchen, die wir durch Impfmilzbrand getödtet hatten. Nach Analogie mit dem Rothlauf wäre dieses negative Ergebniß nicht weiter auffallend. Vielleicht giebt das Blut von Rindern oder Hammeln, die an Milzbrand gefallen sind, wenigstens in einem gewissen Prozentsatz der Fälle positive Befunde.

Uebrigens liegt es uns durchaus fern, dem Schwefelwasserstoff nun bei allen Bakterienkrankheiten eine hervorragende Rolle unterzuschieben. Wir glauben jedoch annehmen zu dürfen, daß die verschiedenen Krankheitserscheinungen der meisten Bakterienkrankheiten nicht nur auf ein einziges jeder Krankheit eigenthümliches Gift zu beziehen sind, sondern daß das Krankheitsbild sich vielleicht aus den Wirkungen mehrerer Schädlichkeiten zusammensetzt, unter denen gelegentlich die Schwefelwasserstoffwirkung auch mitspielen kann.

Die Fähigkeit der pathogenen Bakterien, Schwefelwasserstoff zu erzeugen, bringt dieselben in gewisser Beziehung den sogenannten Saprophyten näher. Von den letzteren, oder wenigstens von einem großen Theil derselben ist es seit langer Zeit bekannt, daß sie bei der Zersetzung ihrer Nährböden Schwefelwasserstoff entwickeln. Man glaubte aber, daß durch eben diese Eigenschaft ein gewisser Unterschied zwischen den Fäulnißbakterien und den pathogenen Arten sich kund thue. In ähnlicher Weise trennte man auch die Gährung von der Fäulniß, weil bei jenem sich durch Gasbildung auszeichnenden Vorgang im Allgemeinen stark riechende Verbindungen nicht auffielen.

Die Fäulniß, die Gährung, die Verwesung, die Vermoderung und insbesondere die im lebenden Thierkörper sich abspielenden Vorgänge des Parasitismus von mikroskopischen pathogenen Pflanzen wurden seit je mit einander verglichen, von einander getrennt, ja sogar in einen gewissen Gegensatz zu einander gebracht. Allerdings geschah dies unter der stillschweigenden Voraussetzung, daß dennoch alle diese Prozesse unter einander verwandt seien, und zwar nicht nur äußerlich durch den Umstand, daß sie alle an die Lebensthätigkeit von Mikroorganismen geknüpft sind, sondern auch innerlich, weil die biochemischen Vorgänge der betreffenden Mikroorganismen sich unter einander sehr ähnlich sind.

Als die mikrobiologische Forschung an der Hand von neuen, besseren Methoden in das Wesen der erwähnten Vorgänge tiefer eindrang, wurde als erste Errungenschaft die Trennung von zahlreichen Arten der Mikroorganismen als der Erreger jener Vorgänge verzeichnet. Je mehr Arten man kennen lernte, und je eingehender die Lebensäußerungen derselben studirt wurden, um so mehr verwischten sich die zwischen jenen Prozessen traditionell aufrecht erhaltenen Scheidewände. Man durfte dieselbe um so eher fallen lassen, als es sich herausstellte, daß ein und dieselbe Mikroorganismenart je nach den Bedingungen, unter die man sie brachte, ohne ihren Artcharakter zu verändern, das eine Mal stinkende Fäulniß,

das andere Mal geruchlose Gährung erzeugte. Dabei darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, daß die an Reinkulturen gesammelten Erfahrungen nicht ohne Weiteres auf jene natürlichen Vorgänge übertragen werden dürfen, weil bei letzteren die Lebensäußerungen mehrerer Bakterienarten sich vereinen. Mithin hängt es hauptsächlich von reinen Aeußerlichkeiten ab, ob man einen mikrobiologischen Vorgang Fäulniß, Verwesung, Vermoderung oder Gährung nennen will. Das Studium dieser Vorgänge an Reinkulturen rechtfertigt die Trennung der Mikroorganismen in zwei Gruppen, von denen die eine diejenigen Arten umfaßt, welche ihre Lebensenergie ganz oder zum Theil durch chemische Spaltungen (Gährung) gewinnen, während die Mikroorganismen der anderen Gruppe als Kraftquelle fast ausschließlich Oxydationen verwerthen. Bei beiden Vorgängen können sich auch Stoffe bilden, welche zur Ernährung beitragen.

Die Thatsache, daß die pathogenen Bakterien in gleicher Weise wie die nicht pathogenen aus geeigneten Nährböden Schwefelwasserstoff entwickeln, reißt die letzte Schranke nieder, welche von manchen Seiten zwischen diesen beiden großen Gruppen der Mikroorganismen hinsichtlich ihres biochemischen Verhaltens immer noch aufrecht erhalten wird. Die pathogenen Bakterien verhalten sich in chemischer Beziehung kaum wesentlich anders[1]) als die Saprophyten. Auch die letzteren können — wie der Proteus beweist — sehr starke Gifte, vom Schwefelwasserstoff bis zu den Toxalbuminen und Toxpeptonen erzeugen.[2])

Wir haben außer den pathogenen Bakterienarten, die unser Interesse in erster Linie beanspruchten, auch eine nicht unbeträchtliche Anzahl der Saprophyten auf ihre Fähigkeit Schwefelwasserstoff zu bilden geprüft; wir bedienten uns dabei der erwähnten Methoden.

Viele Saprophyten wuchsen auf stark eiweiß oder peptonhaltigem Nährboden nur kümmerlich, so daß bei diesen die Schwefelwasserstoffbildung gering war. Ganz allgemein zeigte es sich aber, daß es nur darauf ankam, für die betreffende Bakterienart einen Nährboden zu finden, der ihr Wachsthum gut unterhielt und dabei gleichzeitig einen hinreichenden Gehalt an Stoffen mit locker gebundenem Schwefel aufwies, um eine reichliche Schwefelwasserstoffbildung zu erzielen. Will man daher in Zukunft noch von „schwefelwasserstoffbildenden Bakterien“ als von einer besonderen Gruppe reden, so hat dies nur Sinn, wenn man darunter solche Arten versteht, die das Gas besonders reichlich auch unter Umständen bilden, wo die anderen Bakterien dies nur wenig oder gar nicht thun, je nachdem sie ein spärliches Wachsthum befunden oder überhaupt nicht angehen. Von einem grundsätzlichen Gegensatz in dieser Beziehung darf nicht mehr die Rede sein.

8. Ueber die Ursache der Schwefelwasserstoffbildung durch die Bakterien.

Die Ausführungen des vorigen Abschnittes haben gezeigt, daß die Fähigkeit, auf gewissen Nährböden Schwefelwasserstoff zu erzeugen, wahrscheinlich allen Bakterien, allerdings in verschiedenem Maße, zu eigen ist. Wenn dies wirklich zutrifft,

---

[1]) Wir erinnern z. B. an die Bildung von Ammoniak, Indol, Fettsäuren, Tyrosin und Leucin in den Kulturen der Cholerabakterien. (Petri, Untersuchungen über die durch das Wachsthum der Cholerabakterien entstehenden chemischen Umsetzungen. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 1890 Bd. 6 S. 374.)

[2]) Vergleiche dazu auch Hermann, Handbuch der Physiologie des Gesammt-Stoffwechsels und der Fortpflanzung 1881 S. 321 u. f., sowie den Vortrag von Hüppe, Ueber Beziehungen der Fäulniß zu den Infektionskrankheiten. Berlin 1887.

dann dürfte es auch gerechtfertigt sein, für diese weit verbreitete Erscheinung im Bakterienleben eine gemeinsame Ursache anzunehmen. Um einen Einblick hierin zu bekommen, ist die Erwägung förderlich, welche chemische Vorgänge sonst noch beim Wachsthum der verschiedenen Bakterienarten als mehr oder weniger allgemein verbreitet erkannt worden sind. Als solche Aeußerungen des Bakterienlebens dürfen wir alle Reduktionsvorgänge auffassen. Es gehören dahin vornehmlich die Bildung von Nitrit und Ammoniak aus Nitraten, die Entfärbung von Farbstoffen wie Lackmus und Indigo, die Reduktion von Ferri- zu Ferroverbindungen, die Ueberführung von Invertzucker in Mannit u. a. m.

Zur Erklärung ist von Manchen das Sauerstoffbedürfniß der Bakterien herangezogen, so daß die Bildung der Reduktionsprodukte auf die Wegnahme des Sauerstoffs durch die Bakterien zurückzuführen sei. Auf diese Weise läßt sich aber die Entstehung des Indigweiß aus dem Indigo, die Ueberführung der Nitrate in Ammoniak, die Umwandlung des Fruchtzuckers in Mannit, nicht erklären.

Von anderer Seite sind die Reduktionen mit der sogenannten Gährthätigkeit der Bakterien und dem dabei auftretenden nascirenden Wasserstoff in Verbindung gebracht worden. Insbesondere verdanken wir Hoppe-Seyler eingehende Einblicke in die wichtige Rolle, welche dem Wasserstoff im Entstehungszustande für das Bakterienleben zukommt. Die Erklärungsversuche bezogen sich meist nur auf einzelne dieser Erscheinungen und auf eine beschränkte Anzahl von Arten z. B. die Anaëroben.

Vergleiche darüber auch die Ausführungen von Flügge (die Mikroorganismen, S. 490), über die reduzirende Wirkung des Gährungswasserstoffs bei der anaëroben Fäulniß. Ferner die Arbeiten von: Fitz, Nencki, Behring, Kitasato und Weyl. Behring äußerte z. B. die Vermuthung, daß die Entfärbung des Lackmus in Milzbrandkulturen auf nascirendem Wasserstoff beruhe.

Der Versuch, alle diese Reduktionserscheinungen — die Bildung des Schwefelwasserstoffs mit einbegriffen — auf eine einheitliche Ursache zurückzuführen, ist unseres Wissens in bestimmter Weise noch von keiner Seite gemacht worden.

Wir glauben auf Grund unserer eigenen Beobachtungen, unter denen wir das Auftreten von Schwefelwasserstoff bei Anwesenheit von fein vertheiltem Schwefel in den Kulturen für besonders beweisend halten, und in Berücksichtigung der zahlreichen ähnlichen Angaben Anderer das Auftreten von Wasserstoff im Entstehungszustande als gemeinsame Ursache sowohl für die von den Bakterien ausgeführten Reduktionen als auch für die Bildung von Schwefelwasserstoff ansprechen zu dürfen.

Wenn dies richtig ist, dann muß der nascirende Wasserstoff auch aus anderen, nicht dem Lebensprozeß der Mikroorganismen ihren Ursprung verdankenden Quellen die gleichen Erscheinungen unmittelbar oder durch Vermittlung von gewissen Zwischenprodukten hervorbringen. In letzterer Beziehung erwähnen wir die Möglichkeit, daß vielleicht gewisse sehr wasserstoffreiche und leicht zersetzliche Verbindungen entstehen, die dann ebenso wie der nascirende Wasserstoff wirken können. Vielleicht gehört die von De Rey-Pailhade[1]) zuerst in lebenden pflanzlichen und thierischen Zellen und später

---

[1]) De Rey-Pailhade. Sur de nouvelles propriétés chimiques de l'extrait alcoolique de levure de bière. Bulletin de la société chimique de Paris III., Sér. Tome III, No. 4 S. 171, 1889. Comptes rend., 1888, T. CVI S. 1681 u. S. 356.

im alkoholischen Hefenauszug nachgewiesene, mit sehr stark reduzirenden Eigenschaften begabte Substanz „Philothion" hierher. Die Angaben über diesen Stoff sind allerdings noch sehr zweifelhaft und unvollkommen und bedürfen weiterer Aufklärung und Bestätigung. Uebrigens ist auch der Schwefelwasserstoff, wie schon erwähnt, im Stande, kräftige Reduktionen z. B. der Farbstoffe auszuführen.

Für das nähere Studium der Wasserstoffbildung wählten wir neben den Reinkulturen der Rothlaufstäbchen noch die Reinkulturen des Hauserschen proteus vulgaris des Prodigiosus und des Pyocyaneus. Diese Bakterienarten erschienen deshalb besonders zweckmäßig, weil sie nicht nur reichlich Schwefelwasserstoff bildeten, sondern auch in einfachen Nährlösungen gediehen.

Wir hatten gefunden, daß die Schwefelwasserstoffbildung in Bouillonkulturen durch gewisse Zusätze begünstigt, durch andere gar nicht beeinflußt wurde. Um den Einfluß verschiedener Substanzen einwandsfrei zu studiren, benutzten wir Kulturen dieser Bakterien in einfacher Nährlösung. In einer solchen, die außer den erforderlichen Mineralsalzen nur noch weinsaures Ammon und Zucker enthielt, wuchsen sie gut, ohne die geringste Spur Schwefelwasserstoff zu bilden Dies trat auch nicht ein, nachdem wir der Nährlösung schwefelsaure oder schwefligsaure Salze zugesetzt hatten. Eine kräftige Schwefelwasserstoffbildung stellte sich aber ein und zwar schon vom Beginn des Wachsthums an, wenn der Nährlösung unterschwefligsaures Natron oder Schwefelpulver zugesetzt worden war.

In derselben günstigen Weise wirkten Zusätze von Witteschem Pepton, von Blutserum und von Eiweiß, während Antweilersches Pepton nur geringe Schwefelwasserstoffbildung hervorrief. Die schwefelhaltigen Körper zerfallen also, wie auch schon von anderer Seite betont worden ist, in zwei Gruppen. In den Verbindungen der einen Gruppe, aus denen die Mikroorganismen Schwefelwasserstoff frei machen können, ist die Bindung des Schwefels eine lockere, in denen der anderen Gruppe, die zu solcher Schwefelwasserstoffbildung sich nicht eignen, dagegen eine festere.

Besonders die Versuche mit freiem Schwefel sind für die Erklärung der Schwefelwasserstoffbildung durch Mikroorganismen von Bedeutung. Schon 1861 veröffentlichte Polacci die Beobachtung, daß von Oidium befallene und mit Schwefel bestreute Reben Schwefelwasserstoff entwickeln. Ferner zeigte Selmi[1]), daß bei Anwesenheit von Schimmel und Pilzvegetation Arsen, Antimon, Schwefel und Schwefelantimon in die entsprechenden Wasserstoffverbindungen (AsH_3, SbH_3, H_2S) übergeführt wurden, und deutete diese Erscheinungen als eine Folge des beim Wachsthum der Mikroorganismen auftretenden nascirenden Wasserstoffs. Bald darauf zeigte Polacci[2]), daß auch höher organisirte Pflanzen insbesondere in denjenigen Theilen, welche die kräftigsten Vegetationsvorgänge darboten, mit Schwefel bestreut Schwefelwasserstoff bildeten. Ferner müssen hier die Versuche von Miquel[3]) über die Schwefelwasserstoffgährung erwähnt werden. Derselbe fand in Jauche, in Trink- und Regenwasser eine

[1]) Selmi, nuovo processo generale per la ricerca delle sostanze venefiche. Bologna 1875. Referirt von Schiff in den Berichten der deutsch. chem. Gesellsch. 1874. Bd. 7. S. 1640—1642.

[2]) Polacci, Referat von Schiff in den Berichten der deutsch chem. Gesellsch. 1876. Bd. 8. S. 84.

[3]) P. Miquel, Ueber die Schwefelwasserstoffgährung. Bulletin de la société chimique No. 3 vom 5. Aug. 1879 nach Berichte der deutschen chem. Gesellsch. Bd. 12. 1879. Ref. S. 2152.

anaërobe Bakterienart, welche aus Schwefel, aus vulkanisirtem Kautschuck, aus Eiweißkörpern Schwefelwasserstoff erzeugte. Desgleichen gaben Sostegni und Sannino[1]) an, daß sterilisirter Traubenmost, mit Weinhefe unter Hinzufügung von fein zerriebenem Schwefel vergohren, Schwefelwasserstoff entwickelte.

Diese Bildung von Schwefelwasserstoff durch das Wachsthum der verschiedenen Mikroorganismen also auch der Rothlaufbakterien bei Gegenwart von fein zertheiltem Schwefel kann, wenn wir von dem noch sehr der Bestätigung bedürftigen „Philothion" absehen, nur durch das Auftreten von nascirendem Wasserstoff in den Kulturen erklärt werden. Da sich der Schwefel in den Kulturflüssigkeiten nicht löst, findet die Entwicklung des Schwefelwasserstoffs auch nur dann statt, wenn die Mikroorganismen mit dem Schwefel in unmittelbarer Berührung stehen.

Beim unterschwefligsauren Natron liegen die Verhältnisse etwas anders. Von den beiden Schwefelatomen desselben ist das eine mit einer Affinität fest an Sauerstoff gebunden; das andere steht auf der einen Seite mit einem Natriumatom, auf der anderen mit dem ersterwähnten Schwefelatom in Verbindung. Es kann durch verhältnißmäßig schwache Eingriffe herausgenommen werden und giebt unter gewissen Bedingungen zur Bildung von Schwefelwasserstoff Veranlassung, während das fester gebundene Schwefelatom in Form von schwefligsaurem Natron in der Flüssigkeit zurückbleibt. Das unterschwefligsaure Natron leitet sich also von einer zweibasischen Säure ab, deren Basicität durch eine OH-Gruppe und eine SH-Gruppe bedingt ist.

Auch Rosenheim und Gutzmann[2]) und insbesondere Holschewnikoff[3]) beobachteten, daß der Zusatz von unterschwefligsaurem Natron zu den Kulturen einiger „schwefelwasserstoffbildenden" Bakterien das Auftreten des Schwefelwasserstoffs begünstigte. Daß der nascirende Wasserstoff diese Erscheinung verursacht und dabei nur die Hälfte des Schwefels aus dem Natriumhyposulfit herausnimmt, giebt Holschewnikoff nicht an.[4])

Wie erwähnt, entwickelten die Kulturen, denen wir Schwefel oder unterschwefligsaures Natron zugesetzt hatten, reichlich Schwefelwasserstoff und rochen nur nach diesem Gase, während in Kulturen, in denen der Schwefelwasserstoff aus anderen Körpern entstand, zuweilen Nebengerüche auftraten. Dies ist leicht erklärlich, da der Schwefelwasserstoff auf andere, in den Kulturen schon befindliche oder durch das Bakterienwachsthum

[1]) Sostegni und Sannino, Ueber die Entstehung von Schwefelwasserstoff bei der Alkoholgährung. Le Stazioni Speriment. Agrar. Ital. XVIII. S. 437.

[2]) Rosenheim und Gutzmann, Fortschritte der Medizin 1887 Nr. 11, und Deutsche medizin. Wochenschrift 1888 Nr. 10.

[3]) Holschewnikoff, Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch die Bakterien. Fortschr. der Medizin 1889 Nr. 6. S. 201—213. Siehe auch Referat darüber Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenk. Bd. 6. S. 14.

[4]) Holschewnikoff hat ganz Recht, wenn er die Entwicklung des Schwefelwasserstoffs aus dem Natriumhyposulfit der Lebensthätigkeit der Bakterien zuschreibt und der Einwand des Referenten seiner Arbeit l. c. C. Fraenkel, daß das Salz „außerordentlich leicht Schwefelwasserstoff abgiebt und dies in saurer Lösung auch ganz ohne Beihülfe von Mikroorganismen zu thun vermag", ist bei den gegebenen Verhältnissen unberechtigt, denn durch Säure wird aus dem unterschwefligsauren Natron nur Schwefel und schweflige Säure frei. Schwefelwasserstoff bezw. Schwefelalkali bildet sich aus diesem Salze durch nascirenden Wasserstoff aus neutraler oder alkalischer Quelle also z. B. mit Palladiumwasserstoff oder mit Natriumamalgam.

erst entstehende Verbindungen einwirken und flüchtige Körper von besonderem Geruch erzeugen kann, so daß sich z. B. beim gleichzeitigen Auftreten von Alkohol und Schwefelwasserstoff Merkaptan bildet, was auch thatsächlich beobachtet wurde.

Auch die meisten Eiweiß- und Peptonarten geben einen Theil ihres Schwefels als Schwefelwasserstoff, und zwar in ungleicher Menge, ab. Schon von Holschewnikoff und anderen wurden solche Unterschiede beobachtet. Dieselben lassen sich nur so erklären, daß der locker gebundene Schwefel aus den verschiedenen Körpern dieser Gruppe nicht immer mit der gleichen Leichtigkeit herausgenommen werden kann. Es ist hier nicht der Ort, auf die Arbeiten über den Schwefel der Eiweißkörper näher einzugehen. Wir erwähnen nur die neuere Arbeit von Krüger[1]), der den locker und den fester gebundenen Schwefel in mehreren Eiweißkörpern bestimmte und die wahrscheinlichen Möglichkeiten der Bindungen desselben an bestimmten von ihm angegebenen Bindungsweisen erörterte. Als „locker gebunden" bezeichnet er, wie allgemein üblich, denjenigen Schwefel, welcher beim Kochen der Eiweißkörper mit wässriger Aetzlauge an dieselbe abgegeben wird. Von einer Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs auf diesen Schwefel erwähnt dagegen Krüger nichts. Ebensowenig ist es uns gelungen in der Litteratur eine Angabe darüber zu finden, daß die Eiweißkörper mit nascirendem Wasserstoff bei gewöhnlicher Temperatur Schwefelwasserstoff bilden[2]). Bei der Zersetzung durch Kochen mit Zinnchlorür und Salzsäure haben Hlasiwetz und Habermann[3]) das Auftreten von Schwefelwasserstoff nicht beobachtet, dagegen ist diese Beobachtung von Schulze und Barbieri bei der gleichen Zersetzung von Pflanzeneiweiß gemacht worden. Bei dieser Sachlage dürften einige Versuche, welche wir über die Herausnahme des Schwefels aus Eiweiß und Pepton mit nascirendem Wasserstoff anstellten, und die ein positives Ergebniß hatten, ein gewisses Interesse beanspruchen.

Wir ließen nascirenden Wasserstoff aus saurer, alkalischer und neutraler Quelle auf Eiweiß und Pepton einwirken. Nascirenden Wasserstoff aus saurer Quelle lieferte uns in bekannter Weise der beim Auflösen gewisser Metalle in verdünnten Säuren stattfindende Vorgang. Es war nicht leicht, solchen Wasserstoff ganz ohne Beimengung von geringen Schwefelwasserstoffspuren zu bekommen, da die meisten käuflichen Metalle nicht vollkommen frei von Schwefel sind. Ein Zincum purissimum von Kahlbaum erwies sich als brauchbar, desgleichen Magnesium und Aluminium. Diese 3 Metalle lieferten mit verdünnter Salzsäure oder Essigsäure einen brauchbaren Wasserstoff. Die Versuche wurden in Erlenmeyer'schen Kolben von etwa 1 l Inhalt,

---

[1]) A. Krüger, Ueber den Schwefel der Eiweißstoffe, Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger, 1888. Bd. 43. S. 244.

Die von Krüger berücksichtigten Bindungen sind: $\equiv C - S - H$, $= C = S$, $\equiv C - S - C \equiv$ und $\begin{matrix} S - C \equiv \\ | \\ S - C \equiv \end{matrix}$; uns scheint die Bindungsweise: $\equiv C - S - SH$ dabei übergangen zu sein.

[2]) In den Lehrbüchern wird der Schwefelwasserstoff allgemein als ein bei der Fäulniß der Eiweißkörper sich bildendes Zersetzungsprodukt angegeben. Daß er auch durch nascirenden Wasserstoff aus diesen Körpern entsteht, ohne daß dieselben dabei tief eingreifende Veränderungen erleiden, ist nirgends erwähnt. (Vgl. z. B. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol. chem. Analyse 1883. S. 260.)

[3]) Hlasiwetz und Habermann, Ueber die Proteïnstoffe. Liebig's Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 169. 1873. S. 150.

also in hinreichend großem Maßstabe angestellt. Nachdem die Wasserstoffentwicklung längere Zeit gedauert, wobei das über der Kolbenöffnung gelegte Bleipapier keine Veränderung gezeigt hatte, wurde eine Lösung des zu prüfenden Eiweißes bezw. Peptons zugegossen. Wenige Sekunden darauf trat die Schwärzung des Bleipapiers ein, und nach einer halben Stunde hatte sich ein kreisrunder Fleck von schwarzem Schwefelblei gebildet. Diese Erscheinung lieferte sowohl frisches Blutserum verschiedener Thiere als auch Hühnereiweiß und das käufliche Pepton. Eiweißkörpern und dem Witteschen Pepton kann demnach ein Theil ihres Schwefels durch nascirenden Wasserstoff aus saurer Quelle mit Leichtigkeit entzogen und in Schwefelwasserstoff übergeführt werden.

Die Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs aus alkalischer Quelle auf Eiweiß und Peptonlösungen erzielten wir durch Eintragen von Natriumamalgam in diese Lösungen. Freier Schwefelwasserstoff konnte dabei natürlich nicht auftreten. Die nach kurzer Einwirkung vom Quecksilber abfiltrirten, stark alkalischen Flüssigkeiten enthielten aber reichlich Schwefelnatrium, während bei derselben Temperatur durch konzentrirte Natronlauge allein in denselben Lösungen die Abspaltung des Schwefels sich noch nicht nachweisen ließ. Mithin nimmt der Wasserstoff aus alkalischer Quelle den locker gebundenen Schwefel aus Eiweiß und käuflichem Pepton besonders leicht in Form von Schwefelalkali heraus.

Der nach unserer Anschauung beim Bakterienwachsthum „nascirende" Wasserstoff dürfte jedoch (im Gegensatz zu Fitz) nur in wenigen Ausnahmefällen mit dem aus saurer oder alkalischer Quelle stammenden Wasserstoff zu vergleichen sein. Es erschien daher von besonderem Interesse, Wasserstoff aus neutraler Quelle auf diese Körper einwirken zu lassen, da dies den in den Bakterienkulturen obwaltenden Verhältnissen ohne Zweifel am ehesten entsprechen dürfte. Wasserstoff aus neutraler Quelle liefert z. B. der galvanische Strom. Bequerel[1]) fand, daß fein zertheilter Schwefel am negativen Pol in Schwefelwasserstoff überging. Wir benutzten zu diesem Zwecke frisch mit Wasserstoff beladenes Palladiumblech. Dasselbe giebt bekanntlich beim Erwärmen seinen Wasserstoff wieder allmählich ab. Bei Anwesenheit von Wasser und Luftsauerstoff bildet sich dabei Wasserstoffsuperoxyd. Um dessen zerstörende Einwirkung auf den Schwefelwasserstoff auszuschließen, wurden die Versuche bei gleichzeitigem Durchleiten von schwefelwasserstofffreiem Wasserstoff vorgenommen. Der Palladiumwasserstoff gab nun mit in Wasser fein zertheiltem Schwefel, mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron und auch mit den Lösungen von Eiweiß und Pepton beim Erwärmen auf etwa 50° reichlich Schwefelwasserstoff. Die Schwärzung der Bleipapiere trat dabei schon wenige Minuten nach dem Beginn der Versuche auf. Die betreffenden Lösungen und Gefäße waren selbstverständlich zuvor sterilisirt. Diese Versuche beheben den letzten Zweifel an der Möglichkeit, daß der nascirende Wasserstoff auch aus neutraler Quelle im Stande ist, nicht nur den freien, sondern auch den „locker gebundenen" Schwefel, insbesondere den vieler Eiweißkörper und des käuflichen Peptons in Schwefelwasserstoff überzuführen.

---

[1]) **Bequerel**, Comptes rend. **56**. S. 237.

Wir glauben, daß diese Thatsachen nicht nur für die Deutung gewisser Vorgänge beim Wachsthum der Bakterien von Interesse sind, sondern vielleicht auch benutzt werden können, um unsere Kenntniß von der Stellung des locker gebundenen Schwefels in dem Eiweißmolekül zu erweitern.

Die Bildung von Schwefelwasserstoff aus Eiweiß oder Pepton muß nach diesen Versuchen jedesmal sofort eintreten, wenn der nascirende Wasserstoff mit den betreffenden Körpern in wässriger Lösung zusammentrifft. Vorausgesetzt natürlich, daß keine Körper gegenwärtig sind, welche eine größere Neigung haben sich mit dem Wasserstoff zu verbinden als der locker gebundene Schwefel. Vielleicht ist auch die Gegenwart des Wassers für den Prozeß nöthig Palladiumwasserstoff gab mit entwässertem Aether und Schwefel **keinen** Schwefelwasserstoff, sondern dieses Gas trat erst dann auf, als der Versuch mit der Aufschwemmung des Schwefels in Wasser wiederholt wurde.

Auf die anderweitigen Zersetzungen, welche der durch die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen gebildete Wasserstoff im Entstehungszustande in der Umgebung der Bakterien hervorbringt, soll hier nicht näher eingegangen werden. Bekanntlich gehen beim Wachsthum der Mikroorganismen Reduktions- und Oxydationsprozesse Hand in Hand. Von den ersteren ist es nach dem bisher Gesagten begreiflich, daß sie alle in letzter Instanz auf den nascirenden Wasserstoff bezogen werden können. Wir wissen aber auch, daß derselbe zu kräftigen Oxydationen Anlaß giebt, mag man dabei nun mit Hoppe-Seyler[1]) annehmen, daß zwei Atome des nascirenden Wasserstoffs aus dem Sauerstoffmolekül ein Atom an sich reißen und das andere in Freiheit setzen und „aktiviren", bei welcher Auffassung allerdings den beiden Atomen des Sauerstoffmoleküls verschiedene Eigenschaften gegenüber dem nascirenden Wasserstoff untergelegt werden, was uns keinesfalls als unmöglich erscheint, oder mit Traube[2]) sich der Ansicht zuneigen, daß der nascirende Wasserstoff unter Zuhülfenahme des Wassers das Sauerstoffmolekül zu Wasserstoffsuperoxyd **reduzirt,** welches dann energisch oxydirend wirkt. Dem Bakterienprotoplasma würde nach dieser Annahme etwa die Rolle der von Traube sogenannten „autoxydabeln" Körper zufallen. Daß dasselbe an und für sich unter anderem zu sehr energischen Reduktionsäußerungen befähigt ist, wird wohl meistens angenommen, mag es nun seine Reaktionsfähigkeit, wie Pflüger meint, den Cyangruppen $-\mathrm{C}=\mathrm{N}$ wie Loew annimmt, den Aldehydgruppen $-\mathrm{C}(=\mathrm{O})-\mathrm{H}$ oder endlich nach Latham den Cyanhydringruppen $-\mathrm{C}(\mathrm{OH})(\mathrm{CN})-\mathrm{H}$ verdanken.[3]) Wir wollen bei dieser Gelegenheit übrigens ausdrücklich betonen, daß wir das Bakterienprotoplasma nicht etwa für einen einheit-

[1]) Hoppe-Seyler, physiolog. Chemie 1881. S. 126 u. S. 183. Derselbe, Erregung des Sauerstoffs durch nascirenden Wasserstoff, Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. 1879. Bd. 12 S. 1551 1883, Bd. 16 S. 117 u. 1917. — Zeitschrift für physiol. Chemie 1886. Bd. 10 S. 35.. — E. Baumann, ebend. 1881. Bd. 5 S. 244.

[2]) M. Traube, Ueber Aktivirung des Sauerstoffs. Berichte der deutschen chem. Gesellsch. 1882. Bd. 15. S. 659, 2421, 2434.

[3]) Vergleiche darüber außer den Arbeiten von Pflüger, von Loew und Bokorny, von Latham auch die Arbeiten von J. Reinke.

lichen Körper im chemischen Sinne halten. Dasselbe ist zweifelsohne aus mehreren Körpern verschiedener Konstitution zusammengesetzt. Die Lebensäußerungen des Protoplasmas, also auch die hier besprochenen Reduktionen und Oxydationen, setzen sich daher zusammen aus den Eigenschaften dieser verschiedenen Körper. Es erscheint uns deshalb auch überflüssig, durch die Konstitution eines Eiweißkörpers alle Eigenschaften des lebenden Eiweißes erklären zu wollen. Es liegt auch kein Grund gegen die Annahme vor, daß neben eiweißähnlichen Körpern auch solche von anderem Charakter im Protoplasma vorhanden sind.

Eine Reduktion der Sulfate durch das Bakterienleben haben wir auch nicht beobachtet. Weder die Rothlaufstäbchen, noch die anderen von uns daraufhin untersuchten Arten waren im Stande, bei unseren Versuchsanordnungen dies zu thun. Die Versuche sind allerdings noch ergänzungsbedürftig, so daß wir die Frage offen lassen müssen. Gewissen Bakterien wird bekanntlich diese Fähigkeit zugeschrieben, z. B. den bei der Cellulosegährung im Sumpfschlamm betheiligten anaëroben Arten. Vergleiche die Arbeiten von Hoppe-Seyler[1]) und die Angaben der Lehrbücher z. B. Graham-Otto, spezielle Chemie der Nichtmetalle 1878 S. 566, nach denen Sulfate, namentlich Gips, bei Gegenwart von schwefelfreien organischen Stoffen durch die Fäulniß zur Schwefelwasserstoffbildung Anlaß geben (Mineralwässer). Uebrigens kann die Reduktion bestimmter Sulfate durch die Bakterien unserer Ansicht nach sehr wohl ohne die von Hoppe-Seyler, von Holschewnikoff u. A. für nöthig gehaltene Annahme von besonderen Kräften im Bakterienprotoplasma erklärt werden. Es scheint dies nach unseren Versuchen über den Gegenstand zum mindesten sehr wahrscheinlich. Wir fanden, daß der nascirende Wasserstoff aus saurer Quelle den Schwefelwasserstoff am besten bei Gegenwart gewisser leicht oxydirbarer organischer Stoffe (Zucker, Dextrin, Gummi, Aldehyd) aus einigen Sulfaten bezw. aus freier Schwefelsäure (verdünnter!) bilden kann. Ja es gelang uns auch ohne diese Zusätze durch den aus Zink und verdünnter Salzsäure sich bildenden Wasserstoff die Reduktion eines schwefelsauren Salzes, nämlich des **Ammonsulfats** zu bewirken. Fast unmittelbar nach dem Zugießen einer konzentrirten Lösung dieses Salzes in das Gefäß, in welchem die Entwicklung des Wasserstoffes aus Zink und Salzsäure im Gange war, trat eine starke Schwärzung des übergelegten Bleipapiers auf. Die Lösungen anderer Sulfate, auch die von Gips, waren nicht im Stande, dies herbeizuführen. Bekanntlich entwickeln sich bei den bakteriellen Zersetzungen stets Kohlensäure und meist auch Ammoniak. Ist Gips zugegen, so wird sich kohlensaurer Kalk und Ammonsulfat durch Umsetzung bilden müssen, um so eher, als Ammoniaksalze Gips zu lösen vermögen. Der durch das Wachsthum der Bakterien gebildete Wasserstoff kann dann vielleicht unter solchen Bedingungen das Ammonsulfat zersetzen.[2])

Eine ähnliche Widerstandsfähigkeit wie der Schwefel der Sulfate besitzt gegenüber dem nascirenden Wasserstoff wahrscheinlich auch der sogenannte fester gebundene

[1]) Hoppe-Seyler, Ueber Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure. Zeitschr. für physiol. Chemie 1886 Bd. 10 S. 201 und 401.

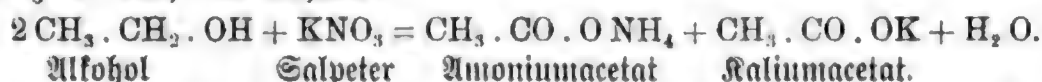
[2]) Zum Verständniß dieses Vorganges vergl. A. Naumann, Thermochemie 1882, S. 158: „Dissociation von und in Lösungen."

Schwefel der Eiweiß- und Peptonkörper. Derselbe läßt sich auch nicht durch einfaches Kochen mit Aetzlaugen herausnehmen, ja er scheint sogar dem schmelzenden Alkali zum Theil widerstehen zu können. Vergleiche auch die Angaben von Gerlach[1]) über den Schwefel im chemisch reinen Pepton. Vielleicht sind aber gewisse Bakterien doch im Stande diesen Schwefel anzugreifen, indem sie vorher die betreffenden Körper so zersetzen oder deren Molekül so verändern, daß der Schwefel nunmehr für den nascirenden Wasserstoff angreifbar wird. Die Schwefelwasserstoffbildung durch die Bakterien aus dem locker gebundenen Schwefel der eiweißartigen Körper geht aber unmittelbar beim Beginn des Wachsthums vor sich, ohne daß tiefgreifende Spaltungen des Moleküls Platz gegriffen haben, was wir gegenüber der von anderer Seite (auch von Holschewnikoff) geäußerten Meinung, der Schwefelwasserstoff sei die Folge eines Zerfalls der Eiweißkörper, ausdrücklich hervorheben wollen.

Folgerichtig müßte sich hier eine Erörterung der Frage anschließen, welchen Ursprung der beim Bakterienleben auftretende Wasserstoff hat. Da ein erschöpfendes Eingehen hierauf den Rahmen dieser Arbeit zu sehr überschreiten würde, begnügen wir uns mit einigen Andeutungen.

Wir haben schon die Möglichkeit erwähnt, daß das Protoplasma der Bakterien, in gleicher Weise wie das lebende Protoplasma überhaupt mit der Fähigkeit ausgestattet sein kann, vielleicht unter Zuhülfenahme des Wassers Oxydationen und Reduktionen auszuführen oder mit anderen Worten Sauerstoff und Wasserstoff zu übertragen. Daß abwechselnde Oxydationen und Reduktionen auch zum Aufbau (Synthese) dienen können zeigen die schönen Versuche von Drechsel.

An dieser Stelle dürfen wir auch die von Loew[2]) gemachten Beobachtungen nicht übergehen, wonach die Spaltpilze infolge des energischen Bewegungszustandes ihres Protoplasmas im Stande sind in ähnlicher Weise, wie mit Sauerstoff beladenes Platinmohr bei Gegenwart von Alkohol, Dextrose u. a. Körpern den Stickstoff der Nitrate zu Ammoniak zu reduziren, unter gleichzeitiger Oxydation des organischen Körpers z. B. nach dem Schema:



$$2\,CH_3.CH_2.OH + KNO_3 = CH_3.CO.O\,NH_4 + CH_3.CO.OK + H_2O.$$

Alkohol Salpeter Amoniumacetat Kaliumacetat.

Diese Reaktionen müssen als eine Wanderung des Wasserstoffs und des Sauerstoffs durch die von den Bakterien ausgehende Anregung angesehen werden.

Hier schließt sich die Gährthätigkeit der Bakterien an, wobei u. a. Kohlensäure und Wasserstoff frei werden. (Hoppe-Seyler.) Vielleicht entsteht auch durch die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen eine an Wasserstoff reiche Verbindung, welche den Wasserstoff abgiebt, wenn Körper vorhanden sind, die mit demselben leicht in Verbindung treten.

Die Wirkung der Bakterien ist in vielen Fällen mit der von Fermenten zu vergleichen. Aehnliches zeigen die Beobachtungen von Hoppe-Seyler[3]) und Popoff[4]),

---

[1]) B. Gerlach, Die Peptone in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung. 1891.

[2]) O. Loew, Verhalten niederer Pilze gegen verschiedene anorganische Stickstoffverbindungen. Biolog. Centralbl. Bd. 10. S 577. — Derselbe, Katalytische Bildung von Ammoniak aus Nitraten. Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft 1890. S. 675.

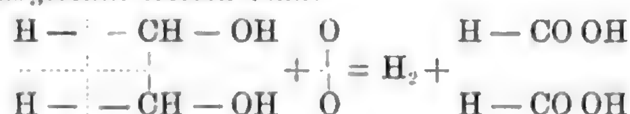
[3]) Hoppe-Seyler, Pflüger's Archiv 1876. Bd. 12. S. 1.

[4]) Leo Popoff, Pflüger's Archiv 1875. Bd. 10. S. 118.

welche darthun, daß ameisensaure und essigsaure Salze unter Aufnahme von Wasser und Freiwerden von Wärme durch gewisse Bakterien bezw. durch die von denselben erzeugten Fermente in kohlensaure Salze, freie Kohlensäure und Wasserstoff oder Methan zerfallen.

Die Bakterien bewirken solche mit Wasseraufnahme einhergehende Spaltungen in ähnlicher Weise wie fein vertheiltes Iridium, Rhodium oder Ruthenium, die nach den Untersuchungen von H. Sainte-Claire Deville und H. Debray[1]) gleichfalls im Stande sind Ameisensäure in Kohlensäure und Wasserstoff zu spalten.

Als eine ergiebige Wasserstoffquelle müssen sodann gewisse nachweislich vielfach durch Mikroorganismen angeregte Oxydationen angesehen werden, bei denen neben aldehydähnlichen Körpern (Ameisensäure) Wasserstoff auftritt. Beispiele für derartige Oxydationen liefern die Versuche von M. Gläser und Th. Morawski[2]), welche beim Erhitzen von Glykol, Glycerin, Erythrit, Mannit, Milchzucker, Traubenzucker, Rohrzucker, Maltose, Dextrin, Inulin, Gummiarabicum in alkalischer Lösung mit Bleisuperoxyd eine reichliche Entwicklung von Wasserstoff und die Bildung von Ameisensäure beobachteten. Als einfachstes Beispiel mag das Glykol dienen, dessen Zersetzung durch folgende Formel ausgedrückt werden kann:



Wir behaupten nicht, daß die Reihe der Quellen, aus denen beim Bakterienleben der nascirende Wasserstoff fließt, hiermit abgeschlossen ist. Auch unternehmen wir es nicht, für jeden einzelnen Fall die Entscheidung zu treffen, welche Quellen vorliegen. Gewiß werden oft mehrere gleichzeitig den Wasserstoff liefern. Je energischer die Bakterien die Spaltungen als Kraftquelle ausnutzen, desto mehr Wasserstoff entwickeln sie, desto größer ist ihr Reduktionsvermögen und um so befähigter sind sie zur Anaërobiose.

Schluß.

Die von uns gefundene Thatsache, daß die Rothlaufbakterien und die anderen pathogenen Bakterien ähnlich wie die Saprophyten auf geeignetem Nährboden Schwefelwasserstoff erzeugen, ließ die Vermuthung aufkommen, daß diese Schwefelwasserstoffbildung allein oder im Verein mit anderen bakteriellen Schädigungen bei verschiedenen Krankheiten eine bisher verkannte aber keineswegs zu unterschätzende Rolle spielt. Gestützt wurde diese Annahme durch die positiven Spektralbefunde, durch die Bildung von Schwefelwasserstoff in frisch entnommenen, von pathogenen Bakterien durchsetzten Körpertheilen, durch die Uebereinstimmung der bei Schwefelwasserstoffvergiftungen und der bei gewissen bakteriellen Krankheiten auftretenden Erscheinungen, sowie endlich auch durch gewisse Harnbefunde.

Von einer Verwerthung etwaiger aus diesem Gedankengang sich ergebender neuer

[1]) H. Sainte-Claire Deville und H. Debray, Compt. rend. T. 78. S. 1782. 1874.

[2]) M. Gläser und Th. Morawski. Ueber die Einwirkung von Bleihyperoxyd auf einige organische Substanzen in alkalischer Lösung. Monatshefte für Chemie. 1889. Bd. 10. S. 578.

Gesichtspunkte für die Heilung und Immunisirung kann selbstverständlich vor der Hand noch keine Rede sein.[1])

Aus unseren Arbeiten ziehen wir vielmehr einen anderen Schluß. Wir sind zu der Ueberzeugung gekommen, daß die ersten und einfachsten Vorgänge des Bakterienlebens, insbesondere der pathogenen Bakterien, noch recht wenig ausreichend erforscht sind, und vielleicht ein näheres Studium dieser Verhältnisse Anhaltspunkte gewähren kann, die für eine Bekämpfung der Bakterienkrankheiten sowohl durch Heilung als auch durch Immunisirungsmaßnahmen von Werth sind. Ein weiteres Verfolgen dieser Bahn dürfte unseres Erachtens schon deshalb anzurathen sein, weil es den naturgemäßen ersten Schritt zu einer rationellen Therapie und Prophylaxe der Bakterienkrankheiten bedeutet.

Alle die zahlreichen neueren auf dem Boden der wissenschaftlichen Empirie erwachsenen Bestrebungen in dieser Beziehung greifen die Aufgabe vom entgegengesetzten Ende an, mit welcher Bemerkung natürlich der hohe Werth der auf diesem Wege gewonnenen Heil- und Immunisirungsverfahren keineswegs bestritten werden soll.

Die wichtigsten Ergebnisse vorstehender Arbeit fassen wir kurz in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Stäbchen des Schweinerothlaufs erzeugten in Kulturen, welche Eiweiß, Pepton, unterschwefligsaures Natron oder Schwefel enthielten, reichlich Schwefelwasserstoff.
2. Im Blute der an Rothlauf gestorbenen Schweine ließ sich der Schwefelwasserstoff zuweilen schon durch die Spektralreaktion nachweisen.
3. Von Rothlaufbakterien durchsetzte Organstückchen, frisch aus der Leiche entnommen, entwickelten unter geeigneten Bedingungen Schwefelwasserstoff.
4. In den Kulturen der Rothlaufbakterien sowie in dem Saft aus den Organen der an Rothlauf zu Grunde gegangenen Thiere gelang es uns (abgesehen vom Schwefelwasserstoff) nicht Gifte nachzuweisen.
5. Tuberkulöse Meerschweinchen gingen nach Einverleibung von gewissen Lösungen, z. B. von steriler zehnprozentiger Peptonbouillon, zu Grunde, welche auf gesunde Thiere ohne jede Einwirkung waren. Dabei zeigte die Umgebung der Tuberkelheerde starke Reaktionserscheinungen.
6. Die Angaben von Lewin, daß nach Einbringung von Natriumsulfantimoniat in das Blut Kaninchen zu Grunde gehen, und daß im Spektrum ihres Blutes der Schwefelmethämoglobinstreif auftritt, konnten wir bestätigen.
7. Alle von uns untersuchten pathogenen Bakterien bildeten auf geeigneten Nährböden, welche Körper mit sogenanntem locker

---

[1]) Haben doch die wiederholt ohne Kenntniß von der Schwefelwasserstoffbildung durch pathogene Bakterien angepriesenen Verwendungen von Schwefelwasserstoffpräparaten zu Heilzwecken im Großen und Ganzen keine günstigen Erfolge erzielt.

gebundenem Schwefel enthielten, mehr oder weniger kräftig Schwefelwasserstoff.

8. Die bei malignem Oedem im Unterhautzellgewebe vorgefundene blutige Flüssigkeit enthielt Schwefelwasserstoff, was sich spektroskopisch nachweisen ließ.

9. Die Bildung von Schwefelwasserstoff durch die Bakterien bei Gegenwart von Schwefel oder unterschwefligsaurem Natron oder von Eiweiß und Pepton wurde durch den beim Bakterienleben auftretenden Wasserstoff hervorgebracht.

10. Eiweiß und Pepton gaben bei gewöhnlicher Temperatur in Gegenwart von nascirendem Wasserstoff aus saurer, alkalischer und neutraler Quelle einen Theil ihres Schwefels ab; derselbe entwich unter geeigneten Bedingungen als Schwefelwasserstoff.

Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniß der Kresole.

Von

Dr. Buttersack,

Königlich württembergischer Assistenzarzt I. Kl., kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamt.

(Hierzu Tafel VIII und IX.)

Inhalt.

Die gesammten Desinfektionsbestrebungen gründen sich, soweit es sich um zielbewußtes Vorgehen handelt, auf die von Lister inaugurirte antiseptische Methode. Nachdem der Zusammenhang zwischen Wundinfektionskrankheiten und Mikroorganismen erkannt war, und nachdem man sich von der günstigen Wirkung der Karbolsäure überzeugt hatte, kam man stillschweigend dahin überein, der Karbolsäure eine außerordentliche bazillentödtende Kraft beizulegen, und unwillkürlich schob sich dem Worte Antisepsis an Stelle der rein symptomatischen Bedeutung die kausale Auffassung unter. Ursprünglich hatte Lister mit diesem Worte nichts als die nackte Thatsache ausdrücken wollen, daß bei Gebrauch der Karbolsäure keine Eiterung eintrete; aber bald drängte sich unversehens die angenommene bazillentödtende Kraft in den Vordergrund, und in diesem Sinne wird der Ausdruck antiseptisch noch heute gemeinhin gebraucht.

Je mehr sich die Kenntnisse von den Bakterien ausdehnten, um so weitere Gebiete zogen die prophylaktischen Bestrebungen in ihren Kreis; hatte sich Lister auf das verhältnißmäßig enge Gebiet der Wundbehandlung beschränkt, so suchte man nachher den ganzen Menschen vor den gefürchteten Feinden sicherzustellen, und die Bazillen allenthalben zu vernichten, wo man ihrer habhaft werden konnte. Diesem Ideengang verdanken die verschiedentlichen Desinfektions- und Sterilisationsverfahren ihre Entstehung.

Aber der große Kampf ist mit unzureichenden Mitteln unternommen worden. Schon 1884 wies Koch nach, daß der Karbolsäure und der Mehrzahl der bis dahin gebrauchten Desinfektionsmittel gar nicht die vermuthete bazillentödtende Kraft innewohne; aber so sehr hatte sich in den vorangegangenen Jahren der Glaube an die Zuverlässigkeit der Karbolsäure eingebürgert, daß der in den Kochschen Ausführungen liegende Warnungsruf nicht gebührend gewürdigt verhallen konnte. Ja, im Gegentheil,

anstatt auf die sichere Thatsache von der praktischen Wirksamkeit der Karbolsäure zurückzugehen, und an Stelle der als nicht vorhanden erkannten keimtödtenden Kraft eine andere Erklärung zu suchen, erschien es bequemer, weitere Mittel auszuprobiren, ob nicht vielleicht eines von diesen den Ansprüchen der Bakteriologen genügen möchte, welchen die Karbolsäure nicht entsprach. Es war um dieselbe Zeit, als die Chemiker eifrig Fiebermittel zusammensetzten, ohne daß die Richtigkeit des ganzen Princips genügend erhärtet gewesen wäre. Die Reaktion erfolgte hier schneller als dort: das Suchen nach neuen Desinfektionsmitteln hat noch nicht aufgehört. Allein das vorletzte Jahr hat uns Untersuchungen über folgende 21 gebracht: Chlor, Chloroformwasser, Salol, Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, schweflige Säure, Fluornatrium, Fluormethylen, Quecksilberoxycyanür, Pyoktanin, Kreolin, Desinfektol, Antiseptol, Lysol, Sulfaminol, Hydronaphthol, Quecksilberzinkcyanid, schwefelsaures Zink, Rotterin, Aristol, Quecksilberjodid.

Aus einer Gegenüberstellung der Listerschen Resultate und der Kochschen Beobachtungen ergiebt sich von selbst die Trennung der Desinfektion, die sich auf lebende Körper bezieht und solcher, wo die Bakterien an todten Gegenständen zu vernichten sind.

Lebende Gewebe lassen sich, wie man es auch anfangen mag, künstlich nicht desinfiziren ohne Gefährdung der Lebensprozesse der in Frage kommenden Zellen. Wenn wir bei der Desinfektion lebloser Dinge rücksichtslos die stärksten Mittel ins Feld führen können, um das Ziel zu erreichen, so würden wir auf diese Weise die Lebensfähigkeit der erkrankten Theile, die wir zu erhalten bestrebt sind, erst recht vernichten, und das noch sicherer, als es die Mikroorganismen thun könnten. Es ist ja schließlich, wenn wir nur das Ziel erreichen, ziemlich gleichgültig, auf welchem Wege wir es erreichen. Für die praktische Medicin und Chirurgie kommt weniger die Tödtung, als die Unschädlichmachung der Bakterien in Betracht.[1]) Unschädlichmachen aber und Tödten sind zwei verschiedene Dinge: nicht derjenige Eiterungserreger ist gefährlich, der in eine Wunde hineingelangt, sondern jener, der Gelegenheit findet, sich dort anzusiedeln und zu vermehren. Die Karbolinjektionen, die zu Anfang der methodisch betriebenen Antiseptik bei Entzündungen so sehr zweckentsprechend erscheinen mochten, sind gänzlich außer Uebung gekommen, und die schüchternen Versuche, sie wieder einzuführen, begegnen im Allgemeinen keiner sonderlichen Sympathie. Unsere grob-chemischen Mittel müssen eben hinter dem feineren Chemismus der Elementarorganismen zurücktreten, und dieser leidet durch Karbolsäure, Sublimat u. s. w., und zwar um so mehr, je konzentrirter die Mittel zur Anwendung kommen.[2]) Die Beobachtung, von welcher schon Gosselin[3]) berichtet hat, daß die Heilungstendenz der Wunden unter dem Karbolverband herabgesetzt sei — er nennt es la frigidité antiseptique des plaies — findet in diesen Erwägungen ihre zureichende Erklärung.

---

[1]) Buchner, Ueber die Theorie der antiseptischen Wundbehandlung. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 10. Seite 97.

[2]) Sänger. Langenbecks Archiv. Bd. 38. — Delbet, de l'action des antiseptiques sur le peritoine. Annal. de gyn. 1891. Bd. 35.

[3]) Gosselin, comptes rend. Bd. 97. S. 541 und gazette des hôpitaux 1883. Nr. 103.

Demgegenüber macht die praktische Chirurgie schon lange in entzündete Körpertheile zahlreiche Einschnitte und lagert sie hoch, ein Verfahren, das im Grunde nur darauf hinausläuft, durch Beförderung des Blutkreislaufes die Lebenskraft der Gewebe anzuregen. Dem Vorschlag Delbets, die starken Antiseptika (Karbol, Sublimat, Salicylsäure) ganz zu verbannen, sind einzelne Praktiker schon nach- resp. zuvorgekommen; Seydel[1]) und Helfferich[2]) behandeln auch bedenkliche Eiterungen ohne Antiseptika, und ihre Erfolge sind, weil auf fester physiologischer Basis begründet, gut ausgefallen.

Von diesem Standpunkt aus wird man dann den Werth der sog. Antiseptika nicht blos nach ihrer keimtödtenden und entwicklungshemmenden Kraft beurtheilen dürfen, sondern auch nach dem Einfluß, den sie auf die Gewebe ausüben, und wird die Ursache der verhinderten Eiterung nicht, im Gegensatz zu den bakteriologischen Experimenten, lediglich in der Tödtung der Bakterien suchen, sondern zum größeren Theil in der durch eben diese Mittel angeregten Widerstandskraft der Zellen.

Zudem haben die ganzen Bestimmungen der Desinfektionskraft im Reagenzglas für die Praxis nur einen bedingten Werth; hat sich doch oft genug herausgestellt, daß die keimtödtende Kraft desselben Mittels in verschiedenen Flüssigkeiten eine verschiedene ist; und sollte es selbst gelingen, ein Medium, wie es sich in unserem Körper findet, in das Reagenzglas zu bekommen, so ist doch immer noch ein gewaltiger Unterschied zwischen der Ruhe hier und dem steten Umsatz dort. Daß es gerade dieser lebendige Fluß im Organismus ist, welcher ihn vor den Bakterien schützt, beweisen abgesehen von der alten Erfahrung, daß im großen Ganzen schwächliche Menschen den Infektionskrankheiten leichter erliegen als kräftige, die von Pasteur[3]) eingeleiteten Versuche, daß man sonst gegen Milzbrand nicht empfängliche Thiere durch Abkühlen, Antipyrin- und Chloralhydrateinspritzungen für Milzbrand empfänglich machen kann. Und umgekehrt lassen sich die Beobachtungen Penzos[4]) hier anführen, wonach Wunden in der Kälte langsamer heilen, als wenn sie warm gehalten werden.

Dieser gestalt sind auch die Ursachen, warum die innere Medizin den Infektionskrankheiten gegenüber keinen sonderlichen Nutzen aus diesen bakteriologischen Studien hat ziehen können; hat es sich als unmöglich herausgestellt, die innere Oberfläche unseres Körpers, den Darm, zu sterilisiren, so ist es noch weniger ausführbar, die Körpergewebe mit einem Antiseptikum zu durchtränken. Und so scheinen die Methoden, die z. B. zur Immunisirung und zur Bekämpfung schon entwickelter Infektionskrankheiten ersonnen und erprobt werden, im Wesentlichen darauf hinauszulaufen, durch Einführung irgend welcher, den Organismus anreizender Substanzen seine Reaktion möglichst früh möglichst groß zu machen, ungefähr in derselben Weise, wie im militärischen Leben die Vorbereitung für den Krieg nur in der Bereitstellung der Streitmittel bestehen kann,

[1]) Seydel. Münchener Med. Woch. 1890. Nr. 47. Ueber Wundsterilisirung.

[2]) Verhandlungen der chirurg. Sektion der 64. Versammlg deutscher Naturforscher und Aerzte. Ref. im Centralbl. f. Chirurgie. 1891. Seite 941.

[3]) Pasteur, Joubert et Chamberland, sur le charbon des poules. Bull. de l'academ. d. méd. 1878. No. 24. S. 737 und Comptes rend. LXXXVII. No. 2; Bouley, Pasteur, Colin bullet. de l'acad. 1878. No. 30. S. 777. Ferner Platania, della influenza dell sistema nerv. sulle infez. Giorn. internaz. d. scienze med. 1889. December u. K. E. Wagner, Wratsch. 1890. No. 39 u. 40.

[4]) Penzo. Sull' influenza della temperatura nelle rigenerazione cellulare u. s. w. Gaz. degli ospitali 1891. No. 34.

damit die Mobilmachung, der erste Aufmarsch der Armee sich thunlichst rasch vollziehe. Von vorneherein ist es nicht eben wahrscheinlich, daß nur die Leukocyten oder nur das Blutserum den Kampf mit den Bakterien durchführen sollen. Beides sind doch bloß Theile unserer Gewebe, die wir zufälliger Weise genauer kennen gelernt haben; wie die anderen Systeme mitwirken, wissen wir nicht; daß sie aber ganz unthätig bleiben sollen an diesem Kampfe, ist im Hinblick auf die Allgemeinreaktion, wie sie sich in dem Symptomencomplex des Fiebers darbietet, kaum anzunehmen.

Muß die Desinfektion eines lebenden Körpers vor dem zarten Gefüge seiner Gewebe Halt machen, so fällt diese Schranke bei toten Gegenständen weg, und das ist der Punkt, wo der Kampf gegen die Mikroorganismen schon lang und auch heute mit der größten Energie geführt wird. Sogar die Wohnungen werden jetzt systematisch desinfizirt, und dazu scheinen der Karbolspray und die Sublimatabwaschungen nicht mehr zu genügen, so daß manche die Dampfsterilisation der ganzen Zimmer vorschlagen[1]). Das Merkwürdige dabei ist, daß v. Esmarch[2]) durch einfache Abreibung mit Brod eine ebensogute Desinfektion erzielte, wie durch Sublimatabwaschungen, und wir können daraus erkennen, daß eine Desinfektion ziemlich ebenso gut erreicht wird durch mechanische Entfernung der Keime aus unserem Bereich wie durch ihre Tödtung.

Welche Erfolge haben überhaupt diese ungeheueren Anstrengungen bis jetzt aufzuweisen? Eine wesentliche Verminderung der Sterblichkeitsziffer für Infektionskrankheiten ist weder im Königreich Preußen[3]) noch in den einzelnen Städten[4]), welche öffentliche Desinfektionsanstalten besitzen, zu beobachten; die verschiedenen kleinen und großen Epidemieen haben in den letzten Jahren ziemlich ebenso ihre Wege gefunden mit und ohne Desinfektion, und die Tuberkulose rafft nach wie vor $^1/_7$ der Menschheit hinweg.

Diese Thatsachen sind schließlich nicht eben erstaunlich; denn so lange wir nicht die gesammte Erdoberfläche zu sterilisiren vermögen: durch Sterilisation einzelner größerer oder kleinerer Bezirke wird nicht einmal die Infektionsgefahr wesentlich herabgesetzt. Ein Cholerakranker inficirt binnen Kurzem die gesündeste Gegend, und ein Schwindsüchtiger erfüllt durch wenige Sputa das eben gründlichst gereinigte Zimmer mit unzähligen Tuberkelkeimen. „Die ersten Erkrankungen sind wie einzelne Funken, welche in ein Strohdach fallen, sagt Rob Koch[5]). Der Funke läßt sich noch mit geringen Mitteln und sicher ersticken, während der auflodernde Brand bald allen Anstrengungen Trotz bietet". Von den bei uns einheimischen Infektionskrankheiten glimmen fortwährend tausend Funken im Stillen weiter; aber wir wissen nicht, wo wir sie zu suchen haben, und selbst wenn wir das wüßten, so könnten wir ihnen meist mit unseren Desinfektionsmitteln nicht beikommen.

Die gesammten Desinfektionsbestrebungen wollen mir immer erscheinen, wie das Bestreben, den Wellenschlag des Meeres zu unterdrücken; seine ganze Oberfläche mit

---

[1]) Schneider: Sterilisation und ihre Anwendung in der präventiven Therapie. Correspondenzblatt f. schweiz. Aerzte 1889. Nr. 10.

[2]) v. Esmarch. Keimgehalt der Wände und ihre Desinfektion. Zeitschr. f. Hyg. III. Heft 3.

[3]) Vergl. die Preußische Statistik.

[4]) Vergl. die Zusammenstellungen in den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts.

[5]) Rob. Koch. Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten insbesondere der Kriegsseuchen. Rede zur Feier d. militärärztl. Bildungsanstalten. 2. August 1888.

einer Oelschicht zu bedecken, vermögen wir ebenso wenig, wie das gesammte Festland zu sterilisiren. Wie die Sicherheit eines Schiffes nicht blos auf der Abwesenheit des Sturmes beruht, sondern ebenso auf seinem soliden Gefüge und der Geschicklichkeit der Bemannung, so darf auch der Kampf mit den Mikroorganismen nicht einseitig ausschließlich durch die gar nicht zu erreichende Abtödtung sämmtlicher Keime geführt werden. Was großen Mengen von Karbolsäure nicht gelungen wäre, die Typhus-Endemieen in München, Hamburg, Magdeburg, Danzig u. s. w. zu unterdrücken, das hat die Kanalisation und die verbesserte Wasserversorgung zu Stande gebracht, und wiederum ohne Desinfektionsmittel hat die praktische Medizin es vermocht, die Sterblichkeit an Typhus auf wenige Prozente herunterzusetzen.

Es wäre freilich eine nicht zu rechtfertigende Verirrung des menschlichen Verstandes, wollte er in fanatischer Consequenz den Schluß ziehen, weil unsere Desinfektionsmittel uns nicht nach allen Seiten hin sicher stellen, deshalb könnten wir sie ganz verwerfen: es kommt nur darauf an, sie da anzuwenden, wo sie wirklich etwas zu leisten im Stande sind. Sind wir zumeist auch kaum in der Lage, frühzeitig genug nicht nur den ersten Fall einer Seuche zu entdecken, sondern — was nicht minder wichtig wäre —, den Herd ausfindig zu machen, wo dieser sich angesteckt hat, so vermag doch der Einzelne durch rationelle Vorsicht wenigstens sich selbst gegen den Feind zu schützen. Dieser Schutz besteht aber nicht weniger in der Durchführung der allgemeinen hygienischen Vorschriften, als in der speziellen Desinfektion.

Typhus, Cholera und Eiterungserreger können wir uns mit unseren Desinfektionsmitteln verhältnißmäßig leicht fern halten; leicht nicht allein deßhalb, weil Carbol und Sublimat schon in der und der Verdünnung die Mikroben tödten, sondern viel mehr aus dem Grunde, weil wir wissen, wo wir sie zu suchen haben. Aber was soll uns am Ende auch die reine Karbolsäure gegen die Keime, die wir allerorten mit jedem Athemzug in uns aufnehmen können? Vermögen wir auch gewiß zahllose Masern-, Scharlach-, Diphtherie- und Tuberkelkeime mit unseren Desinfektionsmitteln zu tödten, so verschwinden diese doch gegenüber den ungeheuren Mengen, denen wir da und dort ausgesetzt sind.

Hier bleibt uns bloß übrig, einerseits die Verdünnung der Luft und damit der darin enthaltenen Keime möglichst weit zu treiben und andererseits alle die Momente zu entfernen, welche die Widerstandsfähigkeit des menschlichen Organismus heruntersetzen, wobei wir uns vorstellen, daß erstens einmal eine Infektion um so eher zu Stande komme, je mehr Keime unseren Körper angreifen, und zweitens, daß der Organismus in den mit reichlichen Buchten und Haaren versehenen Nasenkanal, in dem Flimmerepithel des Nasenrachenraums, in dem sog. lymphatischen Rachenring, in dem unversehrten Lungenepithel und schließlich noch in den vielumstrittenen Leukocyten und im Blutserum eine Reihe von Schutzvorrichtungen habe, welche mit einer gewissen Anzahl von Keimen ganz im Stillen fertig werden können. Und in diesem Sinne würde z. B. bei dem Zustandekommen der Tuberkulose die durch rhachitische Knochenmißbildungen, durch Schnürleiber oder sonstwie herabgesetzte freie Lungendurchlüftung viel mehr von Bedeutung erscheinen als ein paar mangelhaft desinficirte Spucknäpfe. Ein klinischer Beweis für diesen Gedankengang liegt in dem Urtheil

Henochs[1]) über die Masernepidemie in Berlin 1890; zur Erklärung der ganz außerordentlichen Sterblichkeit von 30% zieht er den allgemeinen Kräftezustand seiner kleinen Patienten heran: „Die meisten waren aber rhachitisch, atrophisch, viele tuberkulös, mit Eiterungen und Knochenaffektionen behaftet u. s. w.“, und kommt dann zu dem Schluß, „daß die Gefahr bei den Masern mehr im Kranken selbst als in der Krankheit liegt.“ Es ist gewiß eine berechtigte Annahme, daß das, was für die meist so harmlosen Masern gilt, auch bei den übrigen Infektionskranheiten zutreffen möchte.

Halten wir die verschiedenen Thatsachen zusammen: daß wir unmöglich alle Mikroben tödten können, daß viele derselben sogar unsern chemischen Mitteln widerstehen, daß man dagegen, wenn nicht durch Tödtung, so doch durch mechanische Entfernung ebenfalls bis zu einem gewissen Grade sich die Bakterien fernhalten kann, daß ferner eine genügend große Anzahl solcher Keime, und eine genügend geringe Widerstandsfähigkeit des thierischen Organismus zum Zustandekommen einer Infektion erforderlich sind, so werden wir schließlich fast von selbst zu dem Satze gedrängt: die Reinlichkeit ist unser bestes Desinfektionsmittel.

Und daß diese Theorie von Desinfektion durch Verdünnung des Giftes auf richtiger Basis beruht, zeigen die günstigen Resultate der von Alters her beliebten Schwefelräucherungen, bei denen — trotzdem die Schwefeldämpfe die Bakterien nicht tödteten — doch die Infektionsgefahr in Folge der nachherigen Lüftung sehr herabgesetzt wurde; ferner die beiden von Hertz[2]) mitgetheilten Fälle von Poti und Holland, wo die Malariaepidemieen jedesmal durch starke Winde zum Erlöschen gebracht wurden; dann die direkten Versuche von Bollinger[3]) und seinen Schülern Gebhardt[4]) Hirschberger[5]) und Preyß[6]) und endlich die Erfahrung des täglichen Lebens; denn bei der Verbreitung der pathogenen Keime über fast die ganze bewohnte Erde müßten, wenn jeder einzelne Bazillus die Krankheit erregte, so ziemlich alle Menschen fortwährend an Infektionskrankheiten darniederliegen, und insbesondere Aerzte und Krankenwärter könnten unter solchen Bedingungen kaum existiren.

Das ist alles im Grunde nicht neu, sondern nur eine breitere Ausführung der von den Meistern der Hygiene angedeuteten Ideen. Aber bei dem Kurs, den die Desinfektionslehre nun einmal genommen hat, und vorerst noch einzuhalten scheint, laufen wir Gefahr, daß diese Gesichtspunkte langsam verloren gehen. Wir laufen ferner aber auch Gefahr, daß das Publikum, welches wir ja mit unseren hygienischen Maßregeln beglücken wollen, und das vorerst noch sehr viel Vertrauen zur Karbolflasche hat, daß dieses Publikum, wenn es durch eine Reihe von Mißerfolgen in der Praxis erst einmal stutzig gemacht ist, mit dem unzweckmäßigen Desinfektionsverfahren auch das zweckmäßige über Bord wirft, und damit zugleich einen Kernpunkt der ganzen Hygiene.

---

[1]) Charité-Annalen XVI. Seite 610.
[2]) v. Ziemssen, Handbuch II. 1. S. 20.
[3]) Münch. med. Wochenschr. 1889. Nr. 43.
[4]) Archiv f. path. Anat. u. Physiol. Bd. 119.
[5]) Experiment. Beiträge zur Infektiosität der Milch-tuberk. Kühe. Inaug.-Diss. 1889. München.
[6]) München. med. Abhandlungen. I. Heft 7.

Giebt uns nach dem bisher Erörterten die Natur in der Luft und im Wasser die einfachsten und meist auch ausreichenden Schutzmittel gegen die Mikroorganismen an die Hand, so tritt doch an den Hygieniker und an den Arzt nicht selten das Bedürfniß nach einem kräftigen keimtödtenden Mittel heran, und für solche Fälle vorzusorgen, ist eine Aufgabe der in enger Fühlung mit den Anforderungen des Lebens stehenden wissenschaftlichen Forschung. Bei dem Interesse, welches die Kresole und besonders deren von Hüppe als Solveole bez. Solutole bezeichneten neutralen bez. alkalischen Lösungen überall finden, wurde mir eine Reihe solcher zur Prüfung übertragen.

Ehe ich daran gehen konnte, diese Prüfung zu beginnen, suchte ich in der von v. Esmarch und C. Fränkel angegebenen Weise eines besonderen widerstandsfähigen Milzbrandes habhaft zu werden, da ja nach der augenblicklich herrschenden Ansicht, wenn überhaupt desinfizirt werden soll, an ein solches Mittel die höchsten Anforderungen gestellt werden müssen. Als es mit den vorhandenen Kulturen nicht gelingen wollte, widerstandskräftige Sporen zu erzielen, hatte sich mir der Gedanke aufgedrängt, der seit vielen Jahren sorgfältig auf geeigneten Nährböden gezüchtete Milzbrand könnte es gewissermaßen verlernt haben, ebenso resistente Dauerformen zu bilden, wie der, der z. B. in Ueberschwemmungsgebieten unter wechselnden klimatischen Verhältnissen sich erhalten muß. Es wurden daher aus den hauptsächlich von dieser Krankheit heimgesuchten Gegenden: Hettstedt, Freiberg i. Sachsen, Breslau, Tuttlingen und Tübingen Stücke der Milz und Leber frisch gefallener Thiere beschafft, und daraus dann in Berlin Reinkulturen angelegt. Dazu kamen noch eine alte, seiner Zeit zu Beerdigungsversuchen[1]) verwendete, im Gesundheitsamt fortgezüchtete Kultur, und eine weitere als besonders widerstandsfähige bezeichnete, die aus dem hygienischen Institut zu Berlin stammte; unter diesen 7 Arten hoffte ich mit Bestimmtheit einen widerstandsfähigen zu finden, um so mehr, als die Kulturen in Gelatine wie auf Agar eine ganze Reihe von Verschiedenheiten darboten. Die Photogramme Nr. 1—7 stellen 13 Tage alte, bei Zimmertemperatur gehaltene Gelatinestiche dar; auf Agar bestanden die Verschiedenheiten in reichlicher oder geringer Schleimbildung, in mehr oder weniger festem Haften auf dem Nährboden, während die mikroskopische Untersuchung keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Arten zu finden vermochte.

Die erste Frage, die nun auftauchte, war die, was soll denn der Maßstab für diese Widerstandsfähigkeit sein? Der strömende Dampf schien sich dazu zunächst darzubieten, und aus dem Bestreben, einen solchen Prüfungsapparat von bequemer Handhabung jederzeit zur Hand zu haben, ist der von Ohlmüller beschriebene[2]) hervorgegangen. Es ergab sich jedoch bei fortgesetzten vergleichenden Prüfungen, daß in diesem jedesmal viel schneller die Abtödtung der Sporen erfolgte, als in dem Kochschen Dampftopf oder in dem von Petri[3]) zusammengesetzten Desinfektionsapparat.

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. VII.

[2]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. VIII. S. 238.

[3]) R. J. Petri Ein neuer Apparat zum Sterilisiren u. s. w. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. VI. Seite 498.

Tabelle 1.

Milzbrandsporen in verschiedenen Dampfapparaten:

		½'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	8'	10'	12'	Herkunft:
Koch		0	0	0	0	†	0	0	0	0	0	Freiberg.
Petri		0	†	0	0	0	0	0	0	†	0	
Ohlmüller		†	†	0	0	0	0	0	0	0	0	
Koch		†	†	†	†	0	0	0	0	0	0	Breslau.
Petri		0	†	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ohlmüller		†	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Koch		†	†	0	0	0	0	0	0	0	0	Hettstädt.
Petri		†	†	0	0	0	†	0	†	0	0	
Ohlmüller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Koch		†	†	0	0	0	0	0	0	0	0	Tuttlingen.
Petri		†	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ohlmüller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Koch		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	K. G.-A.
Petri		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ohlmüller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Koch		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hyg. Institut.
Petri		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ohlmüller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Eine große Reihe weiterer Versuche bestätigten, daß zwar in den beiden zuerst aufgeführten Apparaten nach einer bestimmten Zeit die Desinfektion erreicht war, daß aber der Gang der Desinfektion ein unregelmäßiger sein konnte, und daß mithin diese beiden sich nicht zur Prüfung der Sporen eigneten.

Um an Stelle des entweder gar zu rasch oder zu unregelmäßig wirkenden Dampfes ein sich stets gleichbleibendes Agens als Maßstab zu erhalten, versuchte ich das kochende Wasser. Zwar versprach ich mir im Hinblick auf die herrschende Anschauung von der leicht gelingenden Desinfektion in Flüssigkeiten und im speziellen auf die Arbeiten von Lewith[1]) und Cramer[2]) nicht viel Brauchbares für meine Zwecke, bekam aber auf diese Weise eine unerwartet hohe Widerstandsfähigkeit.

Tabelle 2.

Ausdauer von Milzbrandsporen in kochendem Wasser:

Abstammung	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	12'	14'	15'
Freiberg	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0	0
Breslau	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0
Tübingen	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0
Hettstädt	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0
Tuttlingen	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0
K. G.-A.	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0	0
Hyg. Inst.	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0	0

[1]) Lewith, Ursachen der Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen hohe Temperaturen. Archiv f. experim. Pathol. und Pharmak. Bd. 26. S. 341.

[2]) Cramer, Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze. Archiv f. Hygiene XIII. Heft 1. S. 111.

Ist die desinfizirende Kraft des Wassers in seinen verschiedenen Aggregatzuständen schon eine derartig verschiedene, so kann man logischer Weise von hier aus auf das Verhalten der Bakterien gegen chemische Mittel keinen Schluß ziehen; und so ging das Ergebniß dieser Versuche und Ueberlegungen dahin, daß ein Universalmaßstab für die Widerstandsfähigkeit der Sporen im Allgemeinen nicht aufzustellen sei; für die vorliegende Frage bezw. der Kresole bot sich bei der nahen chemischen Verwandtschaft die Karbolsäure von selbst zum Vergleich dar; benützt wurde die Karbolsäure, wie sie in der 3. Auflage des deutschen Arzneibuches vorgeschrieben ist.

Tabelle 3.
Widerstandsfähigkeit gegen Karbolsäure 5%.

Abstammung	8	12	16	20	30	40	50 Tage
Freiberg	†	†	†	†	†	†	†
Breslau	†	†	†	†	†	†	†
Hettstädt	†	†	†	†	†	†	†
Tübingen	†	†	†	†	†	†	†
Tuttlingen	†	†	†	†	†	†	†
K. G.-A.	†	†	†	†	†	†	†
Hyg. Institut	†	†	†	†	†	†	†

Da es sich mir als vollkommen nebensächlich erwies, ob die Sporen an Glas oder an Seide oder an sonst einen Körper angetrocknet, ob sie bei 22° oder bei 37° gezüchtet waren, und ob der Antrocknungsprozeß an der Luft, im Exsiccator oder unter der Luftpumpe sich abspielte — Punkte, die auch v. Esmarch schon berührt hatte —: wurde ich in dem Bestreben, irgend einen Grund zu finden für die Thatsache, daß von meinen Sporen sich keine einzige Art als besonders widerstandsfähig erwies und länger als 1 Minute im strömenden Dampf ausgehalten hätte, auf das entwicklungsgeschichtliche Gebiet geführt.

Bei Gelegenheit der Prüfung der Nordtmeyer-Berkefeldschen Kieselguhrfilter hatte ich in der Absicht, einen Nährboden zu erhalten, dessen Eiweiß möglichst jenem des menschlichen Organismus gleich sei und das insbesondere nicht den Prozeß der Erhitzung durchgemacht habe, den stark eiweißhaltigen Urin eines Herzkranken durch das Filter hindurch gesaugt und dann in sterile Reagenzgläser abgefüllt. Beim Probiren dieses Nährbodens, der vor dem Filtriren alkalisch gemacht worden war, fand sich in den mit dem Löfflerschen Methylenblau gefärbten Milzbrandbazillen eine ganz eigenthümliche Körnung, die, wie ich später entdeckte, schon von de Bary[1]) und Paul Ernst[2]) sowie von Babes bei verschiedenen Spaltpilzen beschrieben war, und die hier wie dort auf Sporenbildung hinauslief[3]).

---

[1]) de Bary, Morphologie und Biologie der Pilze 1884. Seite 496.

[2]) Paul Ernst, Zeitschrift f. Hygiene Bd. IV. und V.

[3]) Um einerseits das Gefüge dieser Abhandlung nicht zu sehr zu zerreißen, und da es andererseits für die praktische Hygiene so gut wie für die reine Bakteriologie von Werth sein kann, den Formenkreis einer Gattung zu kennen — denn nur dieser, und nicht die einzelnen im Lauf der Entwicklung sich verändernden Individuen sind das zuverlässige Merkmal — erlaube ich mir am Ende dieser Arbeit ein paar Photogramme aus der Entwicklungsgeschichte des Milzbrandes mit einigen kurzen Erläuterungen anzufügen.

Es schien mir also die Frage aufzutauchen, ob nicht die Zeit, welche man der Spore zu ihrer Bildung gewähre, von Einfluß auf ihre Widerstandsfähigkeit sein möchte. Zu diesem Zwecke wurden 6 Agarschalen mit Milzbrand geimpft, bei 25° gehalten, nach 3, 4, 5, 7, 10, 12 Tagen zu Sporenseidenfäden verarbeitet, und diese dann dem Ohlmüller'schen Apparat ausgesetzt.

Tabelle 4.

Alter der Sporen	20″	40″	1′	2′	3′	4′	5′	6′	8′
3 Tage	†	†	0	0	0	0	0	0	0
4 „	†	†	0	0	0	0	0	0	0
5 „	†	†	†	0	0	0	0	0	0
7 „	†	†	0	0	0	0	0	0	0
10 „	†	0	0	0	0	0	0	0	0
12 „	†	†	0	0	0	0	0	0	0

Wie man aus den einzelnen Zusammenstellungen ersieht, hatten sich meine sämmtlichen Milzbrand-Racen trotz nicht zu bestreitender Verschiedenheiten in ihrem Gelatinewachsthum sowohl gegen strömenden Dampf wie gegen siedendes Wasser, wie gegen 5% Karbolsäure im Wesentlichen völlig gleich verhalten, und da die mittlerweile in Gang gesetzten Versuche mit konzentrirten Kresollösungen die Sporen nicht getödtet, diese letzteren somit sich als genügend widerstandskräftig gezeigt hatten, so beschied ich mich bei diesem Ergebniß.

Es erhob sich nun aber die weitere Schwierigkeit, ob es zuläßig sei, die Versuche mit den üblichen Seidenfäden anzustellen, oder ob nicht die Gefahr vorliege, daß die Seidenfäden ebenso das Kresol mit in die Bouillon[1]) herüberbrächten, wie das Geppert in klassischer Weise für das Sublimat nachgewiesen hat.

Die Idee, die Sporen einfach an Glasfäden, wie man sie sich bequem über der Flamme ausziehen kann, anzutrocknen, habe ich mannigfach erprobt und brauchbar gefunden; sie lassen aber immerhin den Einwand zu, daß ein negatives Resultat im Einzelfall nicht in unzweideutiger Weise für die gelungene Tödtung der Keime spreche, sondern ebenso gut durch rein mechanische Abspülung der Sporen bedingt sein könne. Deshalb drehte ich mir Fäden aus ganz feingesponnenen Glasfäserchen und gab ihnen, damit sie immer mit Sicherheit zusammenhielten, die Form einer kleinen Schleife. Photogramm Nr. 8 stellt eine solche sterile Schleife vor, Nr. 9 eine andere, an der sich der Milzbrand wie ein Spinnengewebe emporgerankt hatte (Bouillonröhrchen). Ein einziger Blick genügt also, um die gelungene oder mißlungene Desinfektion zu erkennen.

Der Beweis, daß diese Glasschleifen durch einfaches Abspülen vollständig von den anhaftenden Resten des Desinfiziens befreit werden, mußte in zwei parallelen Versuchs-

[1]) Nach beendigter Einwirkung der zu prüfenden Mittel wurden die Glasschleifen nicht in Gelatine, sondern in Bouillon eingelegt. In derselben Weise, wie das auch Hammer (Archiv f. Hygiene XIV. S. 129) beschreibt, erhielt ich oftmals Wachsthum in der Bouillon, aber nicht in dem korrespondirenden Gelatineröhrchen. Die Vortheile, welche die Nährgelatine bietet, können hierbei gar nicht ausgenützt werden, während in der Bouillon bei 37° sich manche Schädigungen der Bakterien ausgleichen. Hüppe, Methoden der Bakterienforschung. 1891. S. 402.

reihen liegen, wo das eine Mal die in Sublimat gelegenen Glasschleifen nur mit Wasser, das andere Mal mit verdünntem Schwefelammonium abgespült worden waren.

Tabelle 5.

Dauer der Einwirkung nach Stunden:

1/4	1/2	1	2	3	4	5	10	19	24	1/4	1/2	1	2	3	4	5	10	19	24
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Abgespült: mit Wasser, mit Schwefelammonium.

Man sieht, die Prüfung der Glasschleifen fiel günstig aus, und das war mir von um so größerem Werth, als der Satz Gepperts[1]): „Für einige Körper wie Salicylsäure und Gemische wie Kreolin ist es zweifelhaft, ob es gelingen wird, ganz einwandsfreie Resultate zu erlangen: denn sie bilden keine unlöslichen Verbindungen, und daher bekommt man sie unter allen Umständen mit hinein in die Impfung", mich anfangs sehr entmuthigt hatte.

Die Emulsionströpfchen des Kreolins freilich bleiben an den Glasschleifen ebenso hängen wie an den Seidenfäden; diese müßte man eben durch Verseifung in Lösung bringen[2]); für die klaren, löslichen Desinfektionsmittel — und diese erfreuen sich ja im Allgemeinen einer ausgesprochenen Vorliebe — scheinen jedenfalls jene Glasschleifen ganz zweckmäßig.

Beim Kaiserlichen Gesundheitsamte waren im Laufe der Zeit von der Firma Dr. F. v. Heyden in Radebeul bei Dresden, welche zuerst dahin gelangt war, Kresole ohne Zuhülfenahme von Mineralsäuren oder durch Verseifung in Lösung zu bringen[3]), 11 verschiedene Proben eingegangen, die mir zur Prüfung übergeben wurden. Dieselben waren nach Angabe der Fabrik folgendermaßen zusammengesetzt.

Nr. I. Orthokresol in wässeriger Lösung.
„ II. Metakresol „ „ „
„ III. Parakresol „ „ „
„ IV. Hochsiedendes Kresol in m- kresotinsaurem Natrium.
„ V. Kresol von mittlerem Siedepunkt in m- kresotinsaurem Natrium.
„ VI. Niedrigsiedendes Kresol in m- kresotinsaurem Natrium.
„ VII. Gereinigtes Kresol in gereinigtem kresolkarbonsaurem Natrium.
„ VIII. Rohkresol in rohkresotinsaurem Natrium.
„ IX. Rohkresol in Rohkresol-Natrium.
„ X. = IX. gereinigt von Pyridin und Naphthalin.
„ XI. Gereinigtes Kresol in naphthalin-sulfonsaurem Natrium.

Nr. VI. war als besonders für chirurgische Zwecke, Nr. VIII. für Veterinär-Medizin, Nr. IX. für gröbere Desinfektion geeignet bezeichnet.

---

1) Berlin. klinische Wochenschr. 1889. Nr. 37.
2) Archiv f. Hyg. XIV. S. 120.
3) Wegen der einschlägigen chemischen Verhältnisse vergl. die schon mehrmals erwähnte, unter Hüppe's Leitung entstandene Arbeit von Hammer, Archiv f. Hyg. Bd. XII. u. XIV.

Dazu kamen später noch zwei Präparate von Dr. G. Krämer, das eine, Kresol (33%) in neutralen Sulfonsalzen gelöst; das andere, Kresolin genannt, ohne nähere Angaben. Das Kresolin gab mit Wasser vermischt eine schmutzige, kaffeebraune Flüssigkeit von etwas dunklerem Farbenton als die üblichen Kreolinlösungen, und schied ebenso wie diese bei längerem Stehen am Boden eine braunschwarze ölige Masse aus.

Das Krämer'sche Kresosulfon wurde durch Verdünnen von 30 auf 100 auf einen Kresolgehalt von 10% gebracht; es entstand eine klare Lösung, die auch bei weiterem Verdünnen klar blieb.

Die Heydenschen Kresole wurden nach den Angaben der Fabrik ebenfalls auf 10% verdünnt, und lösten sich in diesem Verhältniß alle vollkommen klar; bei weiterem Verdünnen aber wurden einzelne — (bei 5% Nr. I., III, VIII., IX., X., bei 1% alle außer Nr. II., VI.) — mehr oder weniger trüb durch Ausscheiden kleiner Emulsionströpfchen, die sich mühelos unter dem Mikroskop erkennen ließen, und die bei einzelnen nach einiger Zeit am Boden zu einer braunen öligen Masse zusammenflossen. Dieser Masse kam eine ganz bedeutende Desinfektionskraft zu, wie mich ein Versuch mit Nr. VIII. in 5% und 10% Lösung lehrte.

Tabelle 6.

Einwirkungsdauer in Tagen:

2	3	5	6	7	10	11	12	13	14	17	20	24	32	2	3	5	6	7	10	11	12	13	14	17	20	24	32
†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kresol Nr. VIII. 10%														Nr. VIII. 5%													

In der 5% Lösung waren die Glasfäden vom 10. Tag an von jener öligen Flüssigkeit umspült gewesen und in Folge dessen gründlichst desinficirt, während die absolut gerechnet größere Kresolmenge in dem Gefäß mit 10% Lösung eine Tödtung der Keime nicht hatte bewirken können, sogar nicht nach 32 Tagen.

Die Desinfektionsversuche wurden mit Rücksicht auf die praktische Verwerthbarkeit mit dem Staphylococcus aureus angestellt, als dem für die Chirurgie[1]) wichtigsten; ferner mit Milzbrandsporen als dem Typus eines ganz besonders widerstandsfähigen Mikroorganismus; und endlich mit tuberkulösem Auswurf.

1. Staphylococcus aureus. Zu Reinkulturen in Bouillon wurden gleiche Mengen einer 2% resp. 1% Kresollösung hinzugefügt, so daß eine 1% resp. 0,5% Lösung entstand; nach 1, 3, 5 und 10 Minuten wurden mit der Platinöse einzelne Tropfen auf Nährbouillon übertragen und bei 37° aufbewahrt.

Tabelle 7.

Kresol	Nr. I.				Nr. II.				Nr. III.				Nr. IV.				Nr. V.				Nr. VI.				Nr. VII.			
	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'
1%	0	0	0	0	†	0	0	0	0	0	0	0	†	0	0	0	†	0	0	0	†	†	†	†	†	†	0	0
0,5%	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†

[1]) Für eine große Anzahl von Aerzten wird die aseptische Methode, wie sie in unseren wohleingerichteten Kliniken üblich ist und gelehrt wird, in der Praxis kaum je durchführbar sein.

Kresol	Nr. VIII.				Nr. IX.				Nr. X.				Nr. XI.				Lysol.				Carbol.			
	1	3	5	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'	1'	3'	5'	10'
1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	†	0	0	0	†	†	†	†
0,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	†	†	0	0	†	†	0	0	†	†	†	†	†	†	†	†

Stinkender Eiter aus einem periproctitischen Absceß war — mit Nr. VII und Lysol 10% jeweils zu gleichen Theilen zusammengerührt — nach 1/4 Stunde vollständig keimfrei, und hatte auch seinen Gestank zum größten Theil verloren. Wie später bei den Versuchen mit tuberkulösem Auswurf fiel mir auch hier die verflüssigende Wirkung, insbesondere des Lysols auf.

2. Die **Milzbrandsporen** werden durchgängig als Prüfstein für ein Desinfektionsmittel gebraucht, weniger weil man fürchtet, ihnen selbst zu begegnen, als weil sie im Allgemeinen nicht viel resistenter sind als die Tuberkelkeime, und weil sich bequemer und gefahrloser mit Milzbrand arbeitet als mit Tuberkelbazillen.

Nur Nr. IX und X vermochten als 10% Lösungen innerhalb 4 Tagen die Sporen zu **tödten**; die anderen, sowie 5% kresolhaltende Lysollösung und 5% Karbolsäure erreichten dieses Resultat in der ersten Woche überhaupt nicht.

Tabelle 8.

Desinfiziens.	1 Tag.	2 Tage.	3 Tage.	4 Tage.	6 Tage.	10 Tage.
Kresol I.	†	†	†	†	†	†
„ II.	†	†	†	†	†	†
„ III.	†	†	†	†	†	0
„ IV.	†	†	†	†	†	0
„ V.	†	†	†	†	†	0
„ VI.	†	†	†	†	†	†
„ VII.	†	†	†	†	†	†
„ VIII.	†	†	†	†	†	†
„ IX.	0	0	0	0	0	0
„ X.	†	†	†	0	0	0
„ XI.	†	†	†	†	†	†
Lysol.	†	†	†	†	†	†
Krämer's Kresosulfon.	†	†	†	†	†	†
Carbolsäure.	†	†	†	†	†	†

Ein Desinfektionsmittel nützt uns nichts, wenn es erst nach so und so vielen Tagen wirkt; die Praxis verlangt — wenn überhaupt — nicht nur gründliche, sondern auch schnelle Desinfektion, und eine solche erzielen wir mit diesen Solveolen und Solutolen (abgesehen von Nr. IX) ebensowenig wie mit einem der übrigen Desinfektionsmittel.

Die **entwicklungshemmende Kraft** fand ich in mehreren Versuchen übereinstimmend zwischen 0,017% und 0,09% liegend. 5 ccm Bouillon enthaltende Reagenzröhrchen wurden mit bestimmten Mengen mehr oder weniger verdünnter Kresollösungen versetzt und dann mit Milzbrand-Glasschleifen beschickt.

Tabelle 9.

a)

Kresol	Nr. II.				Nr. IV.				Nr. VI.			
Kresolgehalt in %	0,009	0,017	0,09	0,17	0,009	0,017	0,09	0,17	0,009	0,017	0,09	0,17
	†	†	0	0	†	†	0	0	†	†	0	0

b)

Kresol	Nr. II.				Nr. IV.				Nr. VI.			
Kresolgehalt in %	0,009	0,017	0,09	0,17	0,009	0,017	0,09	0,17	0,009	0,017	0,09	0,17
	†	†	0	0	†	†	0	0	†	†	0	0

c)

Kresol	Nr. II.				Nr. IV.				Nr. VI.			
Kresolgehalt in %	0,009	0,017	0,09	0,17	0,009	0,017	0,09	0,017	0,009	0,017	0,09	0,17
	†	†	0	0	†	†	0	0	†	†	0	0

3. Wesentlich günstiger als diese Resultate stellten sich jene mit **Tuberkelbazillen**.

Ein Theil der Versuche wurde mit frischem, viele Tuberkelbazillen enthaltenden Lungenauswurf (Gaffky'sche Tabelle Nr. IX) angestellt, dem ich 10% Kresol Nr. VII und VIII im Ueberschuß zusetzte, und das ich von Zeit zu Zeit etwas umrührte. Das Ergebniß war sowohl bei den Solveolen wie bei Lysol ein sehr günstiges; denn schon nach 12, 10, ja nach 6 Stunden wirkte das Sputum nicht mehr infektiös. Daß bei dem Lysol dieses Resultat z. Th. dadurch erreicht wird, daß das Lysol das Sputum verseift und auf diese Weise seinen Kresolen Zugang zu den einzelnen Bazillen gestattet, ist schon oft erörtert worden. Während der Auswurf im Lysolgefäß anfangs oben schwamm und allmählich, bis auf einzelne Bröckel, immer dünnflüssiger wurde, blieb derselbe Auswurf in den 10% Solveolen als ziemlich unveränderte, kompakte Masse am Boden liegen und nahm nur eine etwas weniger zähe Beschaffenheit an.

(Hier folgt Tabelle 10 auf Seite 371.)

Wichtiger beinahe, im Hinblick auf die mannigfachen diesbezüglichen Bestrebungen der Gegenwart, wie z. B. Desinfektion von Eisenbahnwagen, erschien mir die Unschädlichmachung des **angetrockneten Auswurfs**. Tabelle 11 giebt darüber Aufschluß.

(Hier folgt Tabelle 11 auf Seite 372.)

Das Sputum war an Holz und Glasplatten angetrocknet, wurde 1 oder 2 Minuten mit den betreffenden Kresolen übergossen, da ja in der Praxis auch nicht mehr Zeit zur Verfügung steht, dann mit destillirtem und sterilisirtem Wasser abgespült und je zwei Meerschweinchen in die Bauchhöhle eingespritzt. Nachdem ich auf diese Weise die Kresole herausgespült hatte, ging mir kein einziges Thier mehr zu Grunde, während jene Peritonitiden in der Tabelle Nr. 10 in erster Linie den miteingespritzten Kresolen zur Last fallen; wenigstens reichte ungefähr dieselbe Menge Kresol, wie sie in dem nicht ausgespülten Sputum enthalten war, hin, um Bauchfellentzündung mit blutigem Exsudat hervorzurufen.

Tabelle 10.

Frisches Sputum.

Zahl der Meer-schwein-chen	Mittel	Konzen-tration	Dauer der Ein-wirkung Stunden	Geimpft am	Todt am	ob tuber-kulös? 0 = nein † = ja	Bemerkungen
2	Kresol VII.	6,6 %	24	21. 11. 91	16. 1. 92	0	
						0	
2	do.	6,6 %	10	20. 11. 91	22. 11. 91		An Bauchfellentzündung gestorben.
					25. 11. 91		
2	do.	6,6 %	6	20. 11. 91	21. 11. 91		
2	do.	Ueberschuß von 10 %	48	7. 12. 91	25. 2. 92	0	
						0	
2	do.	do.	24	5. 12. 91	30. 3. 92	0	
						0	
2	do.	do.	12	9. 12. 91	25. 2. 92	0	
						0	
2	do.	do.	6	5. 12. 91	12. 2. 92	0	
						0	
2	Lysol	6,6 %	24	21. 11. 91	16. 1. 92	0	
						0	
2	do.	Ueberschuß von 10 %	48	7. 12. 91	25. 2. 92	0	
						0	
2	do.	do.	24	5. 12. 91	30. 3. 92	0	
						0	
2	do.	6,6 %	10	20. 11. 91	21. 11. 91		Ein Thier an Bauchfellentzündung gestorben.
					16. 1. 92	0	
2	do.	Ueberschuß von 10 %	12	9. 12. 91	25. 2. 92	0	
						0	
2	do.	do.	6	5. 12. 91	7. 12. 91		Eitrige Bauchfellentzündung.
					25. 2. 92	0	
2	do.	6,6 %	6	20. 11. 91	21. 11. 91		Bauchfellentzündung.
2	Kontroll-thiere	—	—	20. 11. 91	13. 12. 91	†	
					15. 1. 92	†	
2	Karbolsäure	5 % im Ueberschuß	2	nach 30 Tagen		†	Nach Schill u. Fischer. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. II, S. 137 und 145.
				„ 35 „		0	
2	do.	3 % im Ueberschuß	20	nach 33 Tagen		0	
						0	
2	do.	2 % im Ueberschuß	20	„ 34 „		†	
						†	
3	do.	als 5 % Lösung	24	„ 37 „		0	
				„ 37 „		0	
				„ 4 „		?	
3	do.	als 2,5 % Lösung	24	„ 37 „		0	
				„ 37 „		0	
				„ 37 „		0	
3	do.	als 1,75 % Lösung	24	„ 36 „		†	
				„ 36 „		†	
				„ 20 „		†	

Tabelle 11. Getrocknetes Sputum (an Glas und Holz angetrocknet).

Zahl der Meerschweinchen	Mittel	Konzentration %	Dauer der Einwirkung	Geimpft am	Todt am	Ob tuberkulös? 0 = nein † = ja
2	Kresol VII	10	1 Min.	3. 12. 91	19. 1. 92	0 0
2	Lysol	10	1 "	3. 12. 91	12. 2. 92 2. 2. 92	0 0
2	Kresol VII	10	2 "	3. 12. 91	2. 2. 92	0 0
2	Lesol	10	2 "	3. 12. 91	19. 1. 92 27. 1. 92	0 0
2	Kontrollthiere Wasser	—	2 "	30. 1. 92	4. 3. 92 21. 3. 92	† †
2	Kresol VIII	5	2 "	30. 1. 92	17. 3. 92	† 0
2	do.	2	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	† †
2	do.	1	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	† †
2	Kresol IX	5	2 "	30. 1. 92	13. 3. 92 14. 3. 92	† 0
2	do.	2	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	0 0
2	do.	1	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	0 0
2	Lysol	2	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	0 0
2	do.	1	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	† †
2	Kreolin	2	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	† †
2	do.	1	2 "	9. 2. 92	22. 3. 92	† †
2	Siedendes Wasser	—	2 "	11. 2. 92	21. 3. 92	0 0
2	Karbolsäure	5	24 Stund.	nach 40 Tagen		0 0 [1]
2	aufgekocht	—	5 Min.	" 70 "		0 0 [1]
2	Siedendes Wasser	—	½ "	9. 2. 92	23. 4. 92	0 0
2	Kontrollthiere	—	—	10. 2. 92	21. 3. 92	† †
7	Siedendes Wasser	—	2 Min.	29. 3. 92	27. 4. 92	0 0 0 0 0 0 0
2	Kresol IV	5	2 "	29. 3. 92	27. 4. 92	0 0
2	do.	2	2 "	29. 3. 92	27. 4. 92	0 0
2	Kresol VI	5	2 "	29. 3. 92	28. 4. 92	0 0
2	do.	2	2 "	29. 3. 92	28. 4. 92	0 0
2	Krämers Kresosulfon	5	2 "	29. 3. 92	27. 4. 92	0 0
2	do.	2	2 "	29. 3. 92	27. 4. 92	0 0

[1] Schill und Fischer a. a. O. S. 185.

Sehr interessant und — obwohl nicht direkt zu dem Thema von den Kresolen gehörig — doch erwähnenswerth erscheinen mir die Versuche, welche ich in Analogie mit den oben erwähnten (Seite 364, Tabelle Nr. 2) über die Desinfektionskraft des heißen Wassers auf Tuberkelbazillen angestellt habe; siedendes Wasser wurde über dick auf Glasplatten angetrockneten Auswurf gegossen, und diese nach 1/2 Minute resp. nach 2 Minuten herausgenommen. Um Zufälligkeiten auszuschließen, wurde der Versuch 11 Mal wiederholt, aber bei keinem einzigen der Thiere konnte irgend welche Spur von Tuberkulose nachgewiesen werden.[1]) Da demnach zur Abtödtung der Tuberkelkeime das Wasser nicht gerade eine Temperatur von 100° zu haben braucht, sondern schon eine geringere, auch bei kurzer Einwirkungsdauer, hinreichend erscheint, so ließe sich vielleicht in einzelnen geeigneten Fällen auf diese Weise die Unschädlichmachung der Tuberkelbazillen erreichen; auf alle Fälle ist die Gegenüberstellung der trockenen Hitze[2]) und des heißen Wassers sowohl vom praktischen wie vom biologischen Standpunkt aus betrachtet — worin denn eigentlich die Widerstandsfähigkeit der Tuberkelkeime bestehen möchte, — nicht ohne Interesse.

Erläuterungen zu den Mikrophotogrammen.[3])

In derselben Weise, wie es Paul Ernst für den Buttersäure-Bazillus u. a. beschrieben hat, verläuft die Entwicklung der Sporen auch beim Milzbrand.[4])

Ich verimpfte, um ein gleichmäßiges Ausgangsmaterial zu haben, eine Platinöse voll Blut von einem eben an Milzbrand verendeten Meerschweinchen in ein Eiweiß-Urinröhrchen, hielt dasselbe bei 37° und untersuchte dann jeden Tag das Sediment, von dem ich mittelst eines sterilen Glasröhrchens in der von Kurth[5]) näher beschriebenen Weise ein paar Tropfen entnahm. Diese wurden auf Deckgläschen übertragen und zwar möglichst ohne hinundherreiben, um das ursprüngliche Gefüge der Kolonieen nicht zu zerstören: damit erhielt ich ziemlich dieselben Bilder, wie bei der Untersuchung von Deckgläschen, die ich mit einem Tropfen Eiweiß-Urin beschickt, mit Milzbrandblut geimpft und in einer feuchten Kammer ebenfalls im Brütschrank gehalten hatte.

Von den verschiedenen Farben erschien mir nach einigem Herumprobiren Safranin am geeignetsten, gleichgültig, ob als alkalische Lösung (nach Analogie des Löfflerschen Methylenblau) oder als Karbol-Safranin (nach Analogie der üblichen Ziehlschen Lösung). Daneben verwandte ich auch noch das von Ernst empfohlene alkalische Methylenblau, ohne indessen einen wesentlichen Unterschied zwischen den Safranin- und den Methylenblau-Bildern finden zu können; die ersteren zog ich im Allgemeinen wegen einer etwas größeren Schärfe vor.

---

[1]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich zu der von Prudden und Hodenpyl im New-York Med. Journ. 1891. Juni 6. u. 20. veröffentlichten Arbeit bemerken, daß in den 59 Meerschweinchen der Tab. Nr. 10 u. 11, welche die erfolgte Abtödtung der Tuberkelkeime beweisen sollen, trotz eifrigen Suchens kein einziges Knötchen zu finden war; ich bin mithin nicht in der Lage, die Behauptung, daß auch todte Tuberkelbazillen die charakteristischen Knötchen hervorrufen, an meinem Material zu bestätigen.

[2]) Schill und Fischer Desinfektion des Auswurfs der Phthisiker. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte II. Seite 140 und 143. (Getrockneter Auswurf war noch nach 30 Minuten im Trockenschrank auf 100° erhitzt infektiös.)

[3]) Die Photogramme verdanke ich der freundlichen Beihülfe von Hrn. Dr. Heise, techn. Hülfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

[4]) Vergl. dazu auch die erste Mittheilung von R. Koch über den Bac. anthracis in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen. II. S. 281—289 u. 428—29.

[5]) Kurth, Unterscheidung der Streptokokken u. s. w. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. VII. Seite 402.

Auf Vorschlag von Herrn Regierungsrath Dr. Ohlmüller, der mir bei diesen namentlich zu Anfang verwickelten Untersuchungen mit Rath zur Seite stand, und die gesammten Bilderreihen immer seiner Kontrole unterzog, legte ich auch Präparate in eine ganz dünne Methylenblaulösung[1]) ein, welche eben einen blauen Schein hatte, ließ sie darin 24 Stunden liegen und bekam dann genau dieselben Bilder, wie mit der abgekürzten Methode in der Wärme. Wir wollten auf diese Weise, wo die Mikroorganismen gewiß am schonendsten behandelt werden, jedes Kunstprodukt ausschließen und den einzelnen Zellbestandtheilen die Möglichkeit geben, aus der verdünnten Lösung den Farbstoff je nach Vorliebe in sich aufzunehmen; besonders für die feinkörnige Puderung des ersten Stadium eignete sich diese Methode gut.

Um die störenden Salzniederschläge des Urins zu entfernen, spülte ich die angetrockneten Präparate in ganz verdünnter Essigsäurelösung, nachher in Wasser ab; Kontrolpräparate ohne Essigsäurespülung ergaben jeweils dieselben Entwicklungsformen. Dagegen gelang es mir nicht, die beim Antrocknen des Eiweiß-Urins wie Schleimfäden sich ausscheidenden Gebilde zu entfernen, und das um so weniger, je mehr ich es zu vermeiden suchte, den auf das Deckglas gebrachten Tropfen durch Verreiben zu verdünnen.

Zur Nachfärbung eignete sich mir am besten Bismarckbraun in Wasser und Glycerin; doch darf man die Präparate nur wenige Sekunden dieser Nachfärbung aussetzen, da das Safranin sonst leicht von dem Bismarckbraun überfärbt wird.

Gute Dauerpräparate konnte ich so wenig wie P. Ernst erhalten; indessen ließen sich die in Glycerin[2]) untersuchten und aufbewahrten Präparate jederzeit von Neuem färben.

Die ersten Anzeichen einer Entwicklung scheinen mir in einer feinkörnigen Puderung sich anzudeuten, diese feinsten Körnchen fließen zu einigen größeren zusammen (— werden dann auch photographirbar; Photogr. Nr. 10 zeigt einzelne Bazillen mit solchen Körnern —) und diese größeren vereinigen sich schließlich zu einem Kern; die Puderung und feine Körnung ist nach einem Tag, die ausgesprochene Kernbildung nach 2 Tagen vollendet. Man sieht nunmehr längere oder kürzere braune Schläuche, in denen sich der intensiv gefärbte Kern sehr scharf und elegant abhebt. (Photogramm: Nr. 11.)

Nach weiteren 24 Stunden, also am 3. Tag, trifft man überwiegend ungefärbte freie Sporen; daneben noch ein paar Schläuche wie Tags zuvor, aber keine Puderung mehr. Die Schläuche — jetzt meist ohne Inhalt — haben das Bismarckbraun angenommen und lassen mit größerer oder geringerer Deutlichkeit in den einzelnen Segmenten ungefärbte, glanzlose (wohl als Vakuolen zu deutende) Flecke erkennen. Untersucht man dann die folgenden Tage hindurch noch weiter, so ändert sich das Bild im großen Ganzen nicht mehr: es überwiegen immer die freien Sporen.

Die Entwicklung in der umgekehrten Reihenfolge, von der Spore zum Bazillus, scheint in der Weise vor sich zu gehen, daß die Spore, wie das schon R. Koch beschreibt länger und dicker wird. Man trifft dann Individuen, welche an den Polen gefärbt sind, und diese färbbare Zone nimmt allmählich zu, bis in der Mitte noch ein kleiner, runder, ungefärbter heller Fleck übrig bleibt, welcher sich in seiner Glanzlosigkeit zur

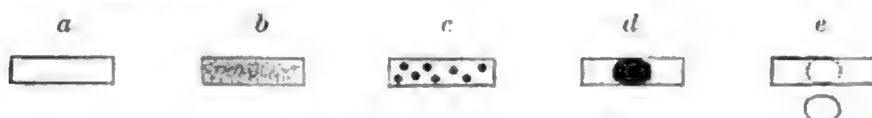
[1]) Man kann natürlich ebenso gut Safranin nehmen.
[2]) Am schärfsten schienen mir die in Tereben untersuchten Präparate.

Spore ungefähr ebenso verhält, wie ein Stück weißes Papier zu einer Perle. An diesem weißen Fleck erfolgt später die Trennung, Theilung, und da der helle Fleck rund, mithin seine Umgrenzung ein Kreis war, so müssen die beiden Bruchenden der Theilstücke als bisherige Abschnitte dieses Kreises nothwendig konkav geformt sein, und auf diese Weise erkläre ich mir die als charakteristisch angegebenen scharfen Ecken der Milzbrandbazillen. Jedenfalls sieht man zu einer gewissen Zeit im ersten Stadium der Sporenentwicklung häufig ovale Gebilde, die aus zwei, an den Polen stumpfen, an der Berührungsstelle konkaven Körpern bestehen.

Untersucht man darauf hin die Milzbrandbazillen des Blutes, so wird man auch in diesen manchmal jenen kreisrunden Fleck finden, und daraus schließen können, daß die Theilung durch eine Art Umlagerung der keimfähigen Masse nach den Polen hin mit nachfolgendem Durchbruch in der Mitte vor sich gehe, wie wir etwas ähnliches mit geringen Vergrößerungen bei einigen Desmidiaceen (Closterium und Euastrum) schon lange kennen.

Meine Protokolle besagen, daß reines Sporenmaterial in Eiweiß-Urin geimpft und bei 37 ° gehalten nach 1 und 2 Tagen theils unausgekeimt geblieben war, theils sich zu mehr oder weniger langen, ziemlich starren Ketten (Photogr. Nr. 12) aus quadratischen Gliedern entwickelt hatte, und daß manche dieser quadratischen Glieder ihrerseits an den Polen stark gefärbt, in der Mitte einen ungefärbten Fleck trugen, so daß die schematische Darstellung des Entwicklungsganges des Milzbrandes, ausgehend vom ungefärbten Bazillus a, ungefähr so aussehen dürfte:

1. vom Bazillus zur Spore:



2. von der Spore zum Bazillus:

Die Bilder, die ich im Laufe der weiteren Untersuchungen bei Typhus und bei Streptokokken erhalten habe (Photogramme Nr. 13 und 14), bestätigen den Satz von Weißmann[1]): „die Kernsubstanz vertheilt sich in Gestalt kleinerer Stücke durch den ganzen Zellkörper hindurch. Sobald aber das Thier sich zur Theilung anschickt, verschmelzen diese Kernstücke zu einem einheitlichen Kern, und dieser theilt sich dann bei der Theilung des Thieres in zwei gleiche Hälften." Nach unsern mikroskopischen Bildern könnten wir sogar noch weiter gehen und sagen: die Kernsubstanz ist in dem Zellkörper, d. h. in dem Bazillus gelöst, und je nach der einzelnen Art scheidet sie sich in verschiedener Weise aus; die Körnung z. B. des Milzbrands, des Typhus und der Streptokokken sind grundverschieden. — Nebenbei sei hier noch bemerkt, daß „die bei der Beschreibung fast aller Streptokokken sich findende Angabe, daß gelegentlich größere Zellen, entweder eine ein-

[1]) A. Weißmann, über Leben und Tod. 1884. S. 14—15.

zelne im Verlauf einer Kette, oder auch ganze Ketten solcher größerer Zellen inmitten einer Kultur von durchschnittlich kleineren Zellen, auftreten"[1]), daß diese Beobachtung an der Hand solcher entwicklungsgeschichtlicher Umlagerungen ihre ungezwungene Erklärung findet.

Sind diese Untersuchungen der Natur der Sache nach auch unvollständig, und muß es Sache eines Bakteriologen von Fach bleiben, sie in die Einzelheiten zu verfolgen, so stellen sie doch immerhin einen kleinen Beitrag zu den schwierigen biologischen Forschungen über die Aenderungen der physischen Konstitution des Plasmas dar; „nur schrittweise ist ein Eindringen in die verwickelten Vorgänge des Lebens möglich, und nur indem von allen Seiten her die Angriffe aufgenommen werden, kann es gelingen, auch dereinst an die Enträthselung der tieferen Grundlagen des Lebens zu gelangen"[2]).

Aber auch die praktische Hygiene kann daraus ihren Nutzen ziehen; denn wenn wir den großen Gesichtspunkt, den in der nachdrücklichsten Weise vertreten zu haben Karl Ernst von Bärs nicht geringstes Verdienst ist, festhalten, daß die einzelnen Individuen, „daß der Pilz wie der Pisang, die Monade wie der körperliche Mensch nur wandelbare Erscheinungen sind"[3]), und wenn wir uns auf den Boden dieses Satzes stellen, „die Organisationsformen, diese durch Zeugung zusammenhängenden Reihen scheinen bleibende Gedanken der Schöpfung": so werden wir derartige entwicklungsgeschichtliche Daten weit mehr in den Kreis der Untersuchungen ziehen müssen, und wir werden damit in der Lage sein, vielleicht Unterschiede zwischen äußerlich ganz ähnlich gestalteten Bakterien herauszufinden. Ohne mich zu tief in diese rein bakteriologischen Fragen einlassen zu wollen, suchte ich nach Unterschieden zwischen den Typhusbazillen und dem Bacterium coli, eine Frage, die für die praktische Hygiene noch immer eine brennende ist. Bei der außerordentlichen Kleinheit der Objekte — es treten bei beiden am zweiten und dritten Tag ganz kleine Schläuche auf mit 1—2 blauen Punkten, bei Typhus trifft man manchmal sogar auch Stellen, die nur aus solchen blauen Punkten wie aus kleinen Kokken zu bestehen scheinen — drängte sich mir als Hauptunterschied dieses auf, daß die kleinen Typhusschläuche zumeist auf einzelnen Klumpen, jene etwas gröberen des Bacterium coli dagegen gleichmäßig über das ganze Gesichtsfeld zerstreut waren.

[1]) Kurth, a. a. O. S. 395.
[2]) Weißmann, a. a. O. S. 61.
[3]) Karl Ernst von Bär, Reden und Studien. Bd. I. S. 41.

Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Aluminiums zur Herstellung von Eß-, Trink- und Kochgeschirren.

Von

Dr. W. Ohlmüller und Dr. R. Heise
Regierungsrath, technischer Hilfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel X.)

Einleitung.

Bei der Benutzung der unedlen Metalle zu Gebrauchsgegenständen macht sich deren bedeutende Schwere sowie bei manchen auch deren Gesundheitsschädlichkeit unangenehm bemerkbar. Daß zumal in hygienischer Hinsicht für Geräthschaften und Gefäße, welche mit Nahrungsmitteln in Berührung kommen, ein Ersatz dieser Metalle wünschenswerth erscheint, dafür spricht das rege Interesse, welches Neuerungen auf diesem Gebiete entgegengebracht wird.

Die Eigenschaften des Aluminiums lenkten schon vor mehreren Jahrzehnten die allgemeine Aufmerksamkeit auf dieses Metall, jedoch erst in neuester Zeit ist es dahin gekommen, dasselbe in konkurrenzfähiger Weise darzustellen. Die jährliche Produktion von Aluminium durch die feurig-flüssige Elektrolyse beläuft sich gegenwärtig auf etwa 760 000 kg[1]), woran die Aluminiumindustrie-Aktiengesellschaft in Neuhausen (Schweiz), welche nach dem Verfahren von Héroult arbeitet, allein mit 400 000 kg betheiligt ist.

Der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend, liegen über die Verwendbarkeit des Aluminiums zu Küchengeräthen und ähnlichen Zwecken bereits eine Reihe eingehenderer Arbeiten und einzelner Beobachtungen vor, auf die im Verlaufe nachstehender Arbeit näher eingegangen werden soll. Für das Gesundheitsamt bestand schon aus allgemeinen Gründen ein lebhaftes Interesse, durch eigene Untersuchungen in die Lage gesetzt zu werden, zu der Frage, welche zu beantworten auch verschiedentlich direkt von ihm verlangt wurde, Stellung zu nehmen. Deshalb sind seit etwa einem Jahre Versuche mit verschiedenartigem Material und nach mannigfaltigen Richtungen hin aufgenommen worden, deren Ergebnisse, soweit sie von allgemeinem Interesse sind, hier mitgetheilt werden sollen. Der chemische Theil der Untersuchungen wurde von dem freiwilligen Hilfsarbeiter Dr. Pritzkow begonnen und von einem der obengenannten Verfasser, Dr. Heise, weitergeführt.

---

[1]) Es werden jährlich dargestellt: 400 000 kg in der Schweiz, 200 000 kg in Amerika, 100 000 kg in Frankreich, 60 000 kg in England.

Vorbemerkungen zu den Versuchen.

Ueber die allgemeinen Eigenschaften des Versuchsmaterials sei Folgendes vorangeschickt.

Die Aluminiumbleche, sowie die daraus gefertigten Gefäße entstammten der Fabrik von G. Leuchs & Meiser in Nürnberg. Bei der Anfertigung von Aluminiumgegenständen ist man darauf bedacht, dieselben, wenn thunlich, aus einem Stück durch Pressen oder Drücken herzustellen, da das Löthen des Metalls bis jetzt nur schwer ausführbar ist. Nach einer Mittheilung der Lieferanten lassen sich tiefe und enge Gefäße, ebenso wie Feldflaschen nur aus technisch reinem Aluminium, nicht aber aus solchem herstellen, das mehrere Prozente Silicium und Eisen enthält, da durch diese Verunreinigungen das Metall in hohem Grade spröde wird. An Bechern, welche auf Bestellung aus unreinem Material angefertigt worden waren, konnte dies auch bestätigt werden. Während bei Bechern, die aus sogenanntem Reinaluminium hergestellt worden waren, der oben umgebogene Rand vollkommen an der Außenfläche anlag, stand derselbe bei solchen aus unreinerem Material etwas ab und wurde durch die federnde Kraft des Metalls stets fern gehalten.

Die zu unseren Versuchen in der Form von Bechern benutzten 2 Aluminiumbleche hatten folgenden Gehalt an Verunreinigungen:

	Sorte I.		Mittel	Sorte II.		Mittel
Krystallisirtes Silicium .	0,050 %	0,055 %	0,053 %	1,190 %	1,190 %	1,190 %
Gebundenes „ .	0,390 %	0,420 %	0,405 %	0,604 %	0,638 %	0,621 %
Eisen	0,287 %	0,297 %	0,292 %	0,286 %	0,284 %	0,285 %

Das spezifische Gewicht des Versuchsmaterials schwankte zwischen 2,704 und 2,709. Die Neuhausener Aktien-Gesellschaft giebt für gewalztes Material im Allgemeinen 2,70 an.

In seiner Härte steht das Aluminium zwischen dem Zink und Zinn. Die Größe der Verunreinigungen, sowie die Art der Bearbeitung sind bis zum gewissen Grade beeinflussend auf die Härte des Metalls.

Die Becher hatten nach Entfernung des für die Handhabung bei den Versuchen lästigen Randes eine Höhe von 11,0 cm und einen lichten Durchmesser von 8,5—8,8 cm; ihre Wandstärke betrug 1—1,5 mm; sie hatten die für das Aluminium charakteristische silberähnliche Farbe. Die innere Oberfläche der Becher hatte nicht die vollkommen glatte Beschaffenheit der entsprechenden Bleche. Es waren parallel dem Umfange verlaufende feine Kreislinien sichtbar, zwischen welchen sich ebenfalls in Kreislinien angeordnet, Stellen von grauschwarzer Farbe befanden. Diese stellten sich bei genauerer Besichtigung als kleine, der Höhenrichtung des Bechers entsprechende Risse des Materials dar. Sie waren bei den einzelnen Bechern mehr oder minder zahlreich vorhanden, wie Fig. 1 und 2 zeigen.

Außer einer größeren Zahl dieser Becher stand noch eine fertige, aus Aluminium (Sorte I) hergestellte Feldflasche, sowie gewalztes Rohmaterial zur Verfügung. Die innere Oberfläche der Feldflasche zeigte, soweit sie der Untersuchung mittelst Spiegels zugänglich war, die gleiche Struktur wie die Becher.

Die im nächsten Abschnitt beschriebenen Versuche sind solche, bei denen eine 2-, 4- bis 6tägige Einwirkung von verschieden zusammengesetzten Flüssigkeiten bei gewöhnlicher

Temperatur stattfand; ferner halbstündige Kochversuche und endlich Schüttelversuche mit theilweise gefüllten Bechern. In letzteren Versuchen wurden die Becher bei gewöhnlicher Temperatur, sowie bei 35—40° C. während 3 Stunden durch einen Schüttelapparat hin und her bewegt.

Einzelne, besonderen Zwecken dienende Versuche sind an den betreffenden Stellen dem Texte eingefügt.

Der Verschluß der, während der Versuche in Futteralen von weißem Schreibpapier befindlichen Becher geschah durch festschließende Gummikappen. Einer mechanischen Abnutzung bei den Schüttelversuchen wurde außerdem durch Einpacken der Becher in Tücher und Wattestreifen vorgebeugt.

Die Reinigung der Becher geschah, sofern nichts Besonderes angegeben ist, jederzeit durch Scheuern mit Seesand und Spülen mit Wasser und Alkohol; bei den Schüttelversuchen jedoch nur durch Behandeln mit Wasser und einer mäßig harten Bürste und nachheriges Spülen mit Wasser und Alkohol, da bei diesen Versuchen die Becher die Stelle von Flaschen, bei denen ein Ausscheuern nicht angängig ist, vertreten sollten.

Das von den Bechern abgegebene Aluminium wurde bei den Schüttelversuchen ausschließlich durch Wägung der Becher vor und nach der Einwirkung, bei den anderen Versuchen aber nur dann in dieser Weise bestimmt, wenn die betreffende Flüssigkeit bei der zur Aluminiumbestimmung nöthigen Vorbereitung durch Eindampfen, Veraschen u. s. w. besondere Schwierigkeiten bot. Die Versuchslösungen wurden selbstverständlich auf Aluminium geprüft und das etwa darin vorhandene in Abzug gebracht.

Um über die Größe der Angriffsfläche bei folgenden Becherversuchen Aufschluß zu geben, sei bemerkt, daß einer Beschickung mit 500 ccm Flüssigkeit durchschnittlich eine Oberfläche von 310 qcm, und einer solchen von 400 ccm 265 qcm Oberfläche entsprechen.

Bei den mit 200 ccm Flüssigkeit ausgeführten Schüttelversuchen ist die gesammte innere Oberfläche der Becher, 350 qcm in Rechnung zu ziehen.

Ergebnisse der Versuche.

Destillirtes Wasser wirkte bei gewöhnlicher Temperatur nur wenig auf das Aluminium ein. 500 ccm desselben hatten nach zweitägigem Stehen in 2 Bechern der Sorte I bei 310 qcm Angriffsfläche Spuren bezw. 1,12 mg des Metalls gelöst. Die Oberfläche der Becher war unverändert. In einem Falle nach 4 Tagen waren 3,15 und nach 6 Tagen 3,79 mg Aluminium in Lösung gegangen. Letztere Becher waren etwas weißlich angelaufen. Halbstündiges Kochen mit destillirtem Wasser griff die Becher ebenfalls kaum merkbar an. In 2 Versuchen wurden bestimmbare Mengen Aluminiumhydroxyds nicht erhalten. Das Wasser war nach den Versuchen völlig klar, die Oberfläche der Becher ließ jedoch, soweit sie mit dem Wasser in Berührung gekommen war, einen zarten weißen Ueberzug erkennen, der sich durch Bürsten oder Reiben mit einem Leinentuche nicht entfernen ließ.

5 Becher (3 von Sorte I und 2 von Sorte II), die bei 15—20° C mit frisch destillirtem Wasser 3 Stunden lang geschüttelt worden waren, zeigten keine Gewichtsabnahme. Durch dreistündiges Schütteln bei 35—40° C nahmen 2 Becher (Sorte I)

um je 0,1 mg, 1 Becher (Sorte II) um 0,2 mg ab. Bei einem zweiten Becher (Sorte II) war keine Abnahme festzustellen.

Ferner wurden 3 Becher (Sorte I) mit frisch destillirtem und bei niedriger Zimmertemperatur mit Kohlensäure gesättigtem Wasser bei 15—20° geschüttelt. In keinem Falle hatte eine bemerkbare Einwirkung stattgefunden.

Wasserleitungswasser. Bei der Einwirkung des Wasserleitungswassers auf die Aluminiumbecher machten sich eine Reihe interessanter Erscheinungen bemerkbar, auf die auch Gustav Christ[1]) bereits hingewiesen hat.

Zunächst wurde durch wiederholte Versuche das Verhalten bei gewöhnlicher Temperatur beobachtet. Mit frisch entnommenem Leitungswasser beschickte Becher wurden an einen ruhigen Ort im Zimmer hingestellt. Schon nach 24 Stunden war eine Wirkung erkennbar. Die vom Wasser bedeckte Oberfläche zeigte weiße, verhältnißmäßig feste Auswüchse bis zur Größe eines Stecknadelkopfes, an denen meistens kleine Gasblasen sichtbar waren. Im Laufe einiger Tage vergrößerten sich die Auswüchse sehr bedeutend, ihre Farbe wurde gelblich, die Form kraterförmig, und in fast jedem Krater saß eine Gasblase von beträchtlicher Größe. Photogramm Nr. 3 zeigt diese Erscheinung in natürlicher Größe, Nr 4 einige Auswüchse im vergrößerten Maßstabe. Wurden diese Auswüchse entfernt, so erblickte man an ihrer Stelle dunkle, scharfbegrenzte, unregelmäßige Erosionen, die bei wechselnder Flächenausdehnung stets auffällig flach blieben. Nr. 5 der photographischen Tafel zeigt solche Erosionen, die nach sechstägiger Einwirkung entstanden waren, in zweifacher Vergrößerung. Bei längerer Einwirkung lief die Oberfläche der Becher bräunlich an, während die Erosionen von blanken Höfen umgeben blieben, die sich an den Seitenwänden zu Streifen ausdehnten. Die genannten Auswüchse sind, wie schon erwähnt, von fester, körniger Beschaffenheit. Der qualitativen Prüfung zufolge enthielten dieselben neben Aluminium eine nicht unbedeutende Menge Kohlensäure, sowie etwas Eisen und Kalk.

Bei einem Versuche (Bechersorte I) wurde schon nach 24stündigem Stehen mit 500 ccm Wasser die Menge des gelösten bezw. in der Form von Auswüchsen abgeschiedenen Aluminiums bestimmt. Es betrug 5,4 mg. In 2 Tagen hatten sich 5,39 bezw. 6,35 mg, in 4 Tagen 6,09 bezw. 13,29 mg und in 6 Tagen 11,85 bezw. 15,27 mg Aluminium gelöst. Aluminiumsorte II gab in 2 Tagen 5,29 mg, in 4 Tagen 15,54 und in 6 Tagen 11,5 bezw. 15,0 mg Metall ab. In den ersten Stunden des Versuchs tritt die bekannte Erscheinung ein, daß sich die unter höherem Druck im Leitungswasser gelöste Luft in der Form kleiner Bläschen an den Gefäßwandungen abscheidet. Betrachtet man am nächsten Tage die Auswüchse mit ihren Gasblasen, so gewinnt man den Eindruck, daß jene Luftblasen die Vorbedingung zur Bildung der Auswüchse seien. Indeß schon die unregelmäßige Gestalt der Erosionen, von denen man erwarten müßte, daß sie die Umrisse der Luftblasen widerspiegeln würden, ließ es zweifelhaft erscheinen, ob die aus dem Wasser ausgeschiedene Luft allein die Ursache ihrer Entstehung gewesen sei. Da weiterhin bei Versuchen, die mit abgekochtem Wasser angestellt wurden, die beschriebene Erscheinung ebenfalls auftrat und auch an einem Becher, der mit, durch Aus-

[1]) Pharm. Zeitung 1892 S. 88.

pumpen von der Luft befreitem Wasser im Vakuum über alkalischer Pyrogallollösung gehalten wurde, gleichartige Thonerdeauswüchse, hier allerdings ohne nennenswerthe Gasblasen aufzuweisen, entstanden waren, so kann eine solche stellenweise stärkere Einwirkung nicht den Luftbläschen, sondern nur der ungleichen Beschaffenheit des Metalls selbst, zugeschrieben werden. Die qualitative Prüfung des Gases zeigte, daß dasselbe neben viel Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff enthielt.

Bei $^1/_2$stündigem Kochen mit je 400 ccm Leitungswasser gaben 2 Becher (Sorte I) 11,8 bezw. 13,8 mg Aluminium ab. Das Wasser war nach dem Versuche stark getrübt und flockig. Die Becher waren bis zur Höhe des Wasserspiegels mit einem bräunlich schwarzen Ueberzuge versehen, der selbst durch Scheuern mit Sand nur schwer zu entfernen war. Einen ähnlichen Ueberzug bekommen nach A. Rohde[1]) die Nickelgeschirre beim Kochen mit Kaliumcarbonatlösung. Nicht beim Kochen, wohl aber bei mehrtägigem Stehen mit letzterer Lösung konnte auch bei Aluminium eine starke Schwärzung beobachtet werden.

Mit 200 ccm Wasser bei 15—20° geschüttelt, verlor ein Becher der Sorte I. innerhalb 3 Stunden 1,3 mg, von 2 Bechern (Sorte II) der eine 0,2, der andere 0,3 mg. Schütteln bei 35—40° bewirkte in 4 Versuchen eine Gewichtszunahme der Becher und zwar bei Sorte I um 0,7 bezw. 0,3 mg, bei Sorte II um 0,7 bezw. 1,0 mg. Die Becher zeigten nach den Versuchen einen äußerst zarten, weißlichen Ueberzug. Letzterer, sowie die Gewichtszunahme deuten darauf hin, daß unter den gegebenen Bedingungen eine oberflächliche Oxydation stattgefunden hatte.

1%ige Essigsäure. 6 Becher (Sorte I) verloren durch zweitägige Einwirkung von je 500 ccm einer 1%igen Essigsäure an Gewicht: 6,0 mg, 4,5 mg, 4,5 mg, 4,0 mg, 5,5 mg und 5,0 mg. 3 Becher (Sorte II) in der gleichen Zeit 3,0 mg, 5,0 mg und 5,0 mg. Durch $^1/_2$stündiges Kochen mit 400 ccm derselben Säure wurden von 2 Bechern (Sorte I) in Lösung gebracht 52,5 und 69,6 mg Aluminium. Die Oberfläche der Becher war nach den Versuchen gleichmäßig angeätzt, die Flüssigkeit schwach trübe.

Käuflicher 1%iger Essig. Käuflicher Essig von 3,15% wurde mit Wasserleitungswasser auf einen Säuregehalt von 1% verdünnt. Mit beiden Bechersorten wurde je ein 2-, 4- und 6tägiger Versuch angestellt. Es hatten verloren:

	nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
Sorte I	12,5 mg,	19,5 mg,	20,5 mg
„ II	8,7 „	18,1 „	16,4 „

In den Bechern der 4- und 6tägigen Versuche zeigten sich vereinzelte flache Erosionen.

Beim Vergleiche der zweitägigen Versuche mit denjenigen der reinen Essigsäure ist der bedeutende Unterschied in der Einwirkung zunächst auffallend. Erwägt man aber, daß der käufliche Essig nicht frei von Salzen ist, und auch die Verdünnung in Uebereinstimmung mit der Praxis durch Wasserleitungswasser erfolgte, so findet diese Verschiedenheit durch das Resultat der Wirkung des Leitungswassers allein, sowie ganz besonders durch den weiter unten beschriebenen Versuch der gleichzeitigen Einwirkung von Essigsäure und Chlornatrium ihre genügende Erklärung.

---

[1]) Arch. f. Hygiene 1889 S. 331.

Da „Essigwasser“ ein beliebtes Füllmaterial für die Reiseflaschen von Fußgängern ist, so wurden 3stündige Schüttelversuche mit 200 ccm desselben bei gewöhnlicher Temperatur und bei 35—40° ausgeführt. Bechersorte I gab ab: bei 15—20° 4,5 und 5,0 mg, bei 35—40° in 2 Versuchen je 3,5 mg; Sorte II verlor bei 15—20° 1,7 bezw. 1,9 mg, bei 35—40° 1,8 bezw. 2,1 mg.

2%ige Weinsäurelösung. 500 ccm 2%ige Weinsäure nahmen beim Stehen in den Bechern folgende Mengen Aluminium auf:

	nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
Sorte I	2,0 mg,	3,5 mg,	5,6 mg
„ I	2,0 „	5,0 „	6,4 „
„ II	1,9 „	3,0 „	5,9 „

Bei 1/2stündigem Kochen wurden von 400 ccm Säure von 2 Bechern der Sorte I 18,7 bezw. 19,2 mg Aluminium gelöst. Beide Becher waren gleichmäßig angegriffen, die Flüssigkeit nach dem Versuche klar.

2%ige Citronensäurelösung griff die Becher beim Stehen darin, ähnlich wie eine gleichprozentige Weinsäure, an. Es nahmen 500 ccm derselben auf:

	nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
von Sorte I	1,0 mg,	4,5 mg,	6,2 mg
„ „ I	2,5 „	5,5 „	5,1 „
„ „ II	1,2 „	2,4 „	5,7 „

2%ige Gerbsäurelösung. Da nur eine geringe Einwirkung seitens der Gerbsäure zu erwarten stand, wurden die Versuche auf 4 und 8 Tage ausgedehnt. An 500 ccm Flüssigkeit gab ein Becher (Sorte I) in 4 Tagen 0,35 mg, ein zweiter 0,7 mg und ein dritter 2,1 mg Aluminium ab. Nach 8 Tagen waren 0,8 bezw. 0,7 mg gelöst worden. Ein Becher (Sorte II) gab in 4 Tagen 0,6, in 8 Tagen 0,7 mg Aluminium ab.

Die Oberfläche der Becher zeigte nach den Versuchen im Allgemeinen keine bemerkenswerthe Veränderung. In dem dritten Becher (Sorte I) hatten sich wenig zahlreiche, mäßig große Thonerdeauswüchse gebildet, die analog den durch die Einwirkung des Leitungswassers entstandenen mit kleinen Gasbläschen versehen waren. Auch die übrigen Becher zeigten dieselbe Erscheinung, jedoch in viel geringerem Maße.

Für die Beurtheilung der Gerbsäurewirkung ist nicht außer Acht zu lassen, daß auch die besten Handelsmarken der Gerbsäure, deren eine wir benutzten, einen nicht unerheblichen Aschen-(Salz-)gehalt aufweisen.

5%ige Buttersäure. Die Wirkung der Buttersäure wurde nur in der Siedehitze an 2 Bechern (Sorte I) untersucht. Letztere gaben an 400 ccm der Säure während 1/2stündigen Kochens 12,1 bezw. 10,4 mg Aluminium ab. Die Flüssigkeit war nach den Versuchen etwas flockig.

1/2%ige Weinsteinlösung. Die Lösung des primären Kaliumsalzes der Weinsäure zeichnete sich der freien Säure gegenüber bei folgenden 6 Versuchen durch eine verhältnißmäßig sehr starke Einwirkung aus. 500 ccm der Lösung nahmen auf:

	nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
aus Sorte I	2,0 mg,	6,4 mg,	9,2 mg.
„ „ II	3,3 „	7,2 „	9,2 „

Nach den Versuchen war die Flüssigkeit vollständig klar.

0,001 %ige Natriumkarbonatlösung. 400 ccm dieser Lösung nahmen bei halbstündigem Kochen in 2 Versuchen je 1,7 mg Aluminium auf. Die Flüssigkeit war nach den Versuchen schwach trübe.

2 %ige Kochsalzlösung (chem. rein). Wie folgende 9 Versuche zeigen, griff Kochsalz bei längerer Einwirkungszeit die Becher erheblich an. Der Verlust an Aluminium bei 500 ccm Lösung betrug:

	Nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
bei Sorte I	8,56 mg,	23,00 mg,	26,23 mg.
„ „ I	11,39 „	19,21 „	27,08 „
„ „ II	8,9 „	21,1 „	22,6 „

Die Becher zeigten nach den Versuchen an Boden und Seitenwänden zahlreiche kleine, selten größere Thonerdeauswüchse und nach dem Entfernen derselben entsprechende Erosionen. Die Becher der Aluminiumsorte II hatten einen stumpfen, schmutzig braunen Ueberzug, der, durch zahllose Inselchen von blankem Metall unterbrochen, wie marmorirt erschien. Nach der Oberfläche der Flüssigkeit hin gewann der Belag etwas an Dichte. Dieselbe Erscheinung, jedoch in schwächerem Maße, machte sich auch an den Bechern der Sorte I bemerkbar. Während das Aussehen der Becher, abgesehen von der Größe der Erosionen, demjenigen der mit Leitungswasser in Berührung gewesenen ähnlich war, wich die Art der Thonerdeabscheidung wesentlich davon ab. Die vielen kleinen Auswüchse waren nicht so fest und körnig, und die Salzlösung enthielt eine äußerst voluminöse Ausscheidung von Aluminiumhydroxyd, die bei ruhigem Stehen den Boden des Gefäßes dick bedeckte.

Da in den, beim Leitungswasserversuche entstandenen festen körnigen Abscheidungen Kohlensäure nachgewiesen werden konnte, so wurde versucht, durch kohlensäure- oder natriumkarbonathaltige Kochsalzlösung zu einem gleichen Resultate zu gelangen. Beide Versuche führten jedoch nicht zum Ziele.

Eine interessante Verschiedenheit zeigte sich in der Wirkung des Kochsalzes und der Säuren in Bezug auf den Einfluß der Temperatur und der Zeit. Während bei den Säuren durch ½stündiges Kochen etwa 8- bis 10mal soviel Aluminium gelöst wurde als bei einer Einwirkungsdauer von 2 Tagen bei gewöhnlicher Temperatur, war beim Kochsalz das Verhältniß umgekehrt.

Von 2 Bechern (Sorte I) gingen durch ½stündiges Kochen mit 400 ccm der Kochsalzlösung 1,0 mg, bezw. 0,7 mg Aluminium in Lösung.

Kochsalz 2 % und Essigsäure 1 %. Die längst bekannte Thatsache, daß organische Säuren bei Gegenwart von Kochsalz heftig auf Aluminium einwirken, hat sich auch am vorliegenden Untersuchungsmaterial bestätigt. Je 500 ccm einer Lösung von obengenannter Zusammensetzung nahmen aus 4 Bechern der Sorte I in 2 Tagen 28,10 mg, 38,40 mg, 28,56 mg und 31,72 mg; aus 4 Bechern der Sorte II 29,40 mg 29,7 mg, 36,47 mg und 31,40 mg Aluminium auf.

Von fertigen Getränken wurden Rothwein, Kaffee, Kognak, Branntwein und Citronenlimonade mit den Bechern in Berührung gebracht. Essigwasser hat schon weiter oben Besprechung gefunden.

Rothwein mit 0,62% Säure[1]) wirkte bei mehrtägigem Stehen wie folgt: Je 3 Bechern der Aluminiumsorten I und II gaben an 400 ccm Wein ab:

Sorte I	in 2 Tg. 3,5 mg,	in 4 Tg. 8,5 mg,	in 6 Tg. 11,0 mg,
„ II	„ 2 „ 2,3 „	„ 4 „ 3,0 „	„ 6 „ 5,0 „

Durch die Einwirkung war an den Bechern ein feiner, röthlich weißer, schwer entfernbarer Belag entstanden. Größere Erosionen waren in nur geringer Menge vorhanden. In einigen Bechern zeigten sich an den Seitenwänden vertikale Streifungen, die, nach oben und unten sich verjüngend, an ihrer breitesten Stelle eine kleine Erosion trugen. (Tafel Fig. 6.)

Die Veränderungen, die der Wein selbst erlitten hatte, waren dieselben, welche unter so ungünstigen Bedingungen aufbewahrte Weine im Allgemeinen zu zeigen pflegen. Die größte Menge Aluminium, die innerhalb 6 Tage von 400 ccm Wein gelöst wurde, 11,0 mg, bindet 0,077 g Weinsäure, d. h. ungefähr den 32sten Theil der Gesammtsäure.

3stündige Schüttelversuche mit 200 ccm Wein gaben folgende Zahlen:

Bei 15—20° C.				Bei 35—40° C.			
Sorte I	1,5 mg	Sorte II	2,1 mg	Sorte I	3,0 mg	Sorte II	2,7 mg
	1,5 „		1,8 „		2,7 „		2,5 „
	3,0 „						
	2,0 „						

Kaffee. Je 200 ccm Kaffee (20 g Kaffee im Liter) wurden noch heiß in die Becher gefüllt, und in bekannter Weise 8 Schüttelversuche ausgeführt. 2 Becher der Sorte I verloren bei 15—20° 1,0 bezw. 0,8 mg, 2 Becher der Sorte II 0,2 bezw. 0,3 mg Aluminium. Bei 4 Bechern, die bei 35—40° geschüttelt worden waren, trat eine Gewichtszunahme ein, und zwar um je 1,3 mg bei 2 Bechern der Sorte I, und um 0,2 bezw. 0,3 mg bei 2 Bechern der Sorte II. An den Becherwandungen machte sich eine feinkörnige, braune Abscheidung bei letzteren Versuchen bemerkbar. Die Gewichtszunahme beim Schütteln bei 35—40° scheint weniger auf unvollkommene Entfernung der Abscheidungen, als auf die Wirkung des zur Kaffeebereitung verwendeten Wasserleitungswassers zurückzuführen zu sein, da letzteres für sich bereits unter gleichen Bedingungen eine gleiche Gewichtszunahme der Becher verursachte.

Kognak. Bei 3stündigem Schütteln mit 200 ccm, 0,39 Säure in Tausend (berechnet auf Essigsäure) enthaltenem Kognak verloren die Becher:

Bei 15—20°				Bei 35—40°			
Sorte I	1,0 mg	Sorte II	1,1 mg	Sorte I	1,0 mg	Sorte II	0,9 mg
	1,5 „		1,0 „		1,0 „		1,0 „

Von anderer Seite bei längerer Einwirkung von Kognak bei gewöhnlicher Temperatur beobachtete, kleine, braune Auswüchse waren an den Wänden der bei 35—40° geschüttelten Becher reichlich, bei den anderen Bechern nur spärlich vertreten. Aehnliche, aus Thonerde und organischer Substanz bestehenden Abscheidungen waren auch in der Flüssigkeit vertheilt; nach schnell erfolgtem Absetzen derselben erschien der Kognak wieder völlig klar.

---

[1]) Für die 2-, 4- und 6tägigen Versuche mit den Bechern der Sorte I war ein Wein von 1,06% Säure verwendet worden.

Ferner wurde eine Feldflasche mit 50 ccm Kognak beschickt. Nach Verlauf von 3 Tagen war die Flüssigkeit bereits deutlich getrübt, und als nach 5 Tagen der Versuch unterbrochen wurde, hatte die Trübung noch bedeutend zugenommen. Der Säuregehalt war von 0,39 ‰ auf 0,27 ‰ herabgegangen. Eine merkbare Veränderung in Geruch und Geschmack hatte der Kognak nicht erfahren. Die Flasche hatte zahlreiche, braune, warzenförmige Auswüchse, unter denen äußerst kleine Erosionen lagen.

Branntwein. Gewöhnlicher Branntwein von neutraler Reaktion zeigte sich in seiner Einwirkung nicht wesentlich verschieden von der des Kognaks. Flüssigkeit und Becherwandungen besaßen ebenfalls feinkörnige Abscheidungen, jedoch von weißer Farbe. Je 2 Becher der beiden Aluminiumsorten hatten nach dreistündigem Schütteln mit 200 ccm Branntwein verloren:

Bei 15—20°				Bei 35—40°			
Sorte I	0,8 mg	Sorte II	0,9 mg	Sorte I	1,5 mg	Sorte II	1,3 mg
	1,6 „		1,0 „		1,4 „		1,0 „
	1,5 „						

Citronenlimonade. Die verwendete Limonade bestand aus 1 Theil Himbeersaft (0,6 % Säure), 3 Theilen Wasser und 2 % Citronensäure.

Bei 3stündigem Schütteln mit 200 ccm Limonade traten folgende Abnahmen ein

Bei 15—20°				Bei 35—40°			
Sorte I	6,0 mg	Sorte II	2,8 mg	Sorte I	4,0 mg	Sorte II	4,6 mg
	2,5 „		2,9 „		4,3 „		4,2 „
	5,5 „						
	3,5 „						

Bier. Die Einwirkung des Bieres auf das Aluminium wurde von unserer Seite nicht geprüft. Es sei hier auf die von dem Direktor der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München Dr. Aubry in größerem Maßstabe angestellten Versuche hingewiesen[1]. Derselbe kommt zu dem Schlusse, daß das Aluminium zu Gährgefäßen ebenso wie zur Aufbewahrung und zum Transport größerer Mengen Bier wohl geeignet ist.

Art und Ursache der Einwirkung.

Betrachtet man die Resultate vorstehender Versuche gleichzeitig in Bezug auf die chemische Natur der dabei verwendeten Körper, resp. ihrer Lösungen und auf die Art deren Einwirkung auf das Aluminium, so erkennt man, daß es sich hier neben der einfachen Auflösung zunächst noch um elektrolytische Vorgänge handeln muß.

Während die freien Säuren das Metall an allen Stellen unter Bildung einer gleichmäßig rauhen Oberfläche anätzten, war die Wirkung der Salzlösungen an vereinzelten Stellen besonders intensiv.

Diese Angriffspunkte machen sich durch das Auftreten von Thonerde-Ausscheidungen und entsprechenden Erosionen, oder durch letztere allein kenntlich, sofern ein Lösungsmittel für die Thonerde vorhanden war.

---

[1]) Gutachten der „wissenschaftl. Station für Brauerei" in München über das Verhalten gegen Bier.

Hohe Temperatur beförderte die Lösungsfähigkeit der Säuren wesentlich, wie ein Vergleich der halbstündigen Kochversuche mit Essigsäure und Weinsäure den mehrtägigen Versuchen bei gewöhnlicher Temperatur gegenüber beweist. Die Wirkung des Chlornatriums hingegen wurde durch die hohe Temperatur bei gleicher Abkürzung der Einwirkungszeit nicht hervorragend beeinflußt. Auf 100 qcm Oberfläche (Bechersorte I) löste z. B. 1%ige Essigsäure bei 2tägigem Stehen 1,29 bis 1,93 mg, bei halbstündigem Kochen 19,79 bis 26,24 mg. 2%ige Kochsalzlösung nahm dagegen bei 2tägigem Stehen 2,76 bis 3,67 mg, bei ½stündigem Kochen aber nur 0,26 bis 0,38 mg Aluminium auf.

Das stärkere Lösungsvermögen des Weinsteins der freien Säure gegenüber dürfte ebenfalls auf elektrolytische Bedingungen zurückzuführen sein.

Die heftige Einwirkung, welche Kochsalz und Essigsäure gemeinschaftlich ausübten, ist dahin zu erklären, daß nicht nur eine einfache Summirung der Wirkungen beider stattfand, sondern, da durch die organische Säure die Oberfläche stets rein erhalten und durch direkte Ablösung von Metall erneuert wurde, war die Möglichkeit der Kochsalzeinwirkung im hohen Grade gefördert.

Daß den elektrolytischen Vorgängen für die Dauerhaftigkeit der Aluminiumgefäße eine beachtenswerthe Rolle zukommt, ist schon wiederholt ausgesprochen worden. Die Ursache derselben hat man mit Wahrscheinlichkeit dem in freiem Zustande vorhandenen Silicium zugeschrieben.

Betrachten wir nach dieser Richtung unsere beiden Aluminiumsorten: Es enthielt Sorte I 0,05% und Sorte II 1,19% freies Silicium. Das Gesammtbild vorstehender Untersuchungen[1]) läßt aber wesentliche Unterschiede in der Angreifbarkeit nicht nur nicht erkennen, sondern vielfach ist die Löslichkeit der siliciumarmen Sorte I noch etwas größer als die der Sorte II gewesen. Lunge und Schmid[2]) erhielten bei einem Gehalte von 0,11% dieser Substanz Zahlen, die von den unsrigen keine besonderen Abweichungen zeigen. Hiernach ist der Annahme, daß die stellenweise stärkere Angreifbarkeit der Aluminiumgeschirre vom Gehalte an freiem Silicium abhängig sei, nicht beizustimmen. Daß eine elektrische Spannungsdifferenz zwischen dem Aluminium und Silicium existirt, muß andererseits ebenfalls als Thatsache betrachtet werden, jedoch mit der Maßgabe, daß Anordnung und Vertheilung der Substanzen einen wesentlichen Einfluß auf das Zustandekommen elektrischer Ströme und Zersetzungen ausüben.

Beim Vergleiche der durch die Wirkung der verschiedenen Flüssigkeiten hervorgegangenen Erosionen macht sich eine auffällige Verschiedenheit zwischen dem Leitungswasser- und Kochsalzangriff bemerkbar. 2%ige Chlornatiumlösung erzeugte selten Erosionen, die die Größe eines Nadelknopfes überschritten, kleinere hingegen in zahlloser Menge. Bei dem zur elektrischen Erregung äußerst ungünstigen Leitungswasser erreichten die in ungleicher Zahl auftretenden Erosionen schon nach wenigen Tagen eine

[1]) Siehe die Tabellen Seite 388 u. f.

[2]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1892 S. 7. — Die Resultate von G. Rupp (Dingl. polyt. Journ. 1891 Bd. 283 S. 19), welcher mit einem außergewöhnlich siliciumarmen Material von 0,01% Gesammt-Silicium (die niedrigste Zahl von 13 Analysen der Neuhausener Werke ist 0,06%) arbeitete, konnten leider nicht verwendet werden, da Rupp keine Angabe über die Oberfläche seiner Versuchsobjekte gemacht hat.

bedeutende Ausdehnung. Da in letzterem Falle elektrolytische Vorgänge die Veranlassung jener Erosionen nicht sein konnten, so liegt es nahe anzunehmen, daß es sich um stellenweise Abscheidung einer, gegen bestimmte Einwirkungen weniger widerstandsfähigen Aluminiumlegirung handelt. Eine Entscheidung, ob diese Wirkung dem Eisen oder gebundenen Silicium zukommt, muß bei dem annähernd gleichen Gehalte der vorliegenden Aluminiumsorten an jenen Körpern unentschieden bleiben. Spezielle Versuche zur Bestätigung dieser Beobachtungen konnten mit dieser, lediglich vom Gesichtspunkte der praktischen Verwendbarkeit des Aluminiums ausgeführten Arbeit, nicht in Verbindung gebracht werden.

Hingewiesen sei darauf, daß dem Aluminium die Eigenschaft des Saigerns[1]) im hohen Grade zukommt. Ein Beispiel schnellster Zersetzbarkeit von Aluminiumlegirungen bietet das Aluminiumamalgam[2]).

Die sehr bedeutende Flächenausdehnung der zuletzt besprochenen Erosionen gegenüber einer stets nur geringen Tiefe scheint darauf hinzudeuten, daß die Art der Bearbeitung des Metalls (Walzen, Behandlung mit dem Drückstahl auf der Drehbank) auch auf die die Erosionen veranlassenden Abscheidungen formgebend wirkt. Die Streifungen und metallisch blanken Höfe (Fig. 5 und 6), welche häufig die Erosionen begleiten, scheinen ihr Entstehen den bei den chemischen oder elektrolytischen Zersetzungen neu sich bildenden Salzen zu verdanken, deren Lösung von der Bildungsstelle aus herabsinkt. Die Ausdehnung der Streifung oberhalb der Erosionen, wie sie besonders schön nach der Einwirkung des Rothweins zu beobachten war (Fig 6), kann dadurch erklärt werden, daß von der Erosionsstelle aus Gasblasen aufstiegen, welche einen gleichgerichteten Strom der nächstliegenden Flüssigkeitstheilchen veranlaßten. Bei den Essigsäure-Kochsalzversuchen konnte mehrfach an Erosionen mittelst Lupe Gasentwicklung beobachtet werden, die lebhaft an die Thätigkeit einer Hefezelle erinnerte.

Größe der Einwirkung.

a) Bei metallisch reiner Oberfläche.

Die qualitativen Veränderungen, welche die Flüssigkeiten durch Berührung mit den Aluminiumgefäßen erleiden, sowie das Verhalten der letzteren selbst, sind vorstehend eingehender betrachtet worden. Um einen besseren Ueberblick über die quantitativen Resultate zu bekommen und einen Vergleich mit dem Verhalten anderer Metalle zu ermöglichen, ist das Zahlenmaterial nachstehend tabellarisch geordnet worden. Tabelle 1 enthält die bei gewöhnlicher Temperatur und mehrtägiger Einwirkungszeit ausgeführten Versuche. In Tabelle 2 sind die Kochversuche aufgeführt. Bezüglich der Tabelle 3, welche die bei gewöhnlicher Temperatur und bei 35–40° ausgeführten Schüttelversuche enthält, ist zu bemerken, daß die Berechnung des Aluminiumgehaltes in 100 ccm Flüssigkeit mit der Maßgabe gemacht worden ist, daß die 600 ccm fassenden Becher Feldflaschen von gleicher Größe vorstellen, die innerhalb der Versuchszeit von 3 Stunden einmal geleert werden. Infolge des Schüttelns (beim Gehen u. s. w.)

---

[1]) Regelsberger, Zeitschr. f. angew. Chemie 1891 S. 360.

[2]) Helbig, Pharmaceut. Centralhalle 1892 S. 120.

wird die Angriffsoberfläche auch bei nur theilweise gefüllter Flasche stets die nämliche bleiben wie am Anfange bei voller Füllung. Man kann dann wohl ohne bedeutenden Fehler die gefundenen Aluminiummengen als diejenigen annehmen, welche durch Leeren der gefüllten Feldflasche in dieser Zeit dem Organismus zugeführt werden.

Tabelle I. **Mehrtägige Einwirkung bei Zimmertemperatur.**

	Dauer der Einwirkung	Aluminiumsorte I			Aluminiumsorte II		
		Gelöstes Aluminium bei 500 ccm Flüssigkeit und 310 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet	Gelöstes Aluminium bei 500 ccm Flüssigkeit und 310 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet
Destillirtes Wasser	2 Tage	Spuren	—	—	.	.	.
	2 "	1,12 mg	0,36 mg	0,22 mg	.	.	.
	4 "	3,15 "	1,02 "	0,63 "	.	.	.
	6 "	3,79 "	1,22 "	0,76 "	.	.	.
Wasserleitungswasser	1 Tage	5,4 mg	1,74 mg	1,08 mg	.	.	.
	2 "	5,39 "	1,74 "	1,08 "	5,29 mg	1,71 mg	1,06 mg
	2 "	6,35 "	2,05 "	1,27 "	.	.	.
	4 "	6,09 "	1,96 "	1,22 "	15,54 "	5,01 "	3,11 "
	4 "	13,29 "	4,29 "	2,66 "	.	.	.
	6 "	11,85 "	3,82 "	2,37 "	15,00 "	4,84 "	3,00 "
	6 "	15,27 "	4,93 "	3,05 "	11,48 "	3,70 "	2,30 "
Essigsäure 1 prozentig	2 Tage	6,0 mg	1,94 mg	1,20 mg	3,0 mg	0,97 mg	0,60 mg
	2 "	4,5 "	1,45 "	0,90 "	5,0 "	1,61 "	1,00 "
	2 "	4,5 "	1,45 "	0,90 "	5,0 "	1,61 "	1,00 "
	2 "	4,0 "	1,29 "	0,80 "	.	.	.
	2 "	5,5 "	1,77 "	1,10 "	.	.	.
	2 "	5,0 "	1,61 "	1,00 "	.	.	.
Essig 1 prozentig	2 Tage	12,5 mg	4,03 mg	2,50 mg	8,7 mg	2,81 mg	1,74 mg
	4 "	19,5 "	6,29 "	3,90 "	18,1 "	5,84 "	3,62 "
	6 "	20,5 "	6,61 "	4,10 "	16,4 "	5,29 "	3,28 "
Weinsäure 2 prozentig	2 Tage	2,0 mg	0,65 mg	0,40 mg	1,9 mg	0,61 mg	0,38 mg
	2 "	2,0 "	0,65 "	0,40 "	.	.	.
	4 "	3,5 "	1,13 "	0,70 "	3,0 "	0,97 "	0,60 "
	4 "	5,0 "	1,61 "	1,00 "	.	.	.
	6 "	5,6 "	1,81 "	1,12 "	5,9 "	1,90 "	1,18 "
	6 "	6,4 "	2,06 "	1,28 "	.	.	.
Citronensäure 2 prozentig	2 Tage	1,0 mg	0,32 mg	0,20 mg	1,2 mg	0,39 mg	0,24 mg
	2 "	2,5 "	0,81 "	0,50 "	.	.	.
	4 "	4,5 "	1,45 "	0,90 "	2,4 "	0,77 "	0,48 "
	4 "	5,5 "	1,77 "	1,10 "	.	.	.
	6 "	6,2 "	2,00 "	1,24 "	5,7 "	1,84 "	1,14 "
	6 "	5,1 "	1,65 "	1,02 "	.	.	.
Gerbsäure 2 prozentig	4 Tage	0,7 mg	0,23 mg	0,14 mg	0,6 mg	0,19 mg	0,12 mg
	4 "	2,1 "	0,68 "	0,42 "	.	.	.
	4 "	0,35 "	0,11 "	0,07 "	.	.	.
	8 "	0,8 "	0,26 "	0,16 "	0,7 "	0,23 "	0,14 "
	8 "	0,7 "	0,23 "	0,14 "	.	.	.

	Dauer der Einwirkung	Aluminiumsorte I			Aluminiumsorte II		
		Gelöstes Aluminium bei 500 ccm Flüssigkeit und 310 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet	Gelöstes Aluminium bei 500 ccm Flüssigkeit und 310 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet
Weinsteinlösung ½ prozentig	2 Tage	2,0 mg	0,65 mg	0,40 mg	3,3 mg	1,06 mg	0,66 mg
	4 „	6,4 „	2,06 „	1,28 „	7,2 „	2,32 „	1,44 „
	6 „	9,2 „	2,97 „	1,84 „	9,2 „	2,97 „	1,84 „
Kochsalzlösung 2 prozentig	2 Tage	8,56 mg	2,76 mg	1,71 mg	8,9 mg	2,87 mg	1,78 mg
	2 „	11,39 „	3,67 „	2,28 „	.	.	.
	4 „	19,21 „	6,20 „	3,84 „	21,1 „	6,81 „	4,22 „
	4 „	23,00 „	7,42 „	4,60 „	.	.	.
	6 „	26,23 „	8,46 „	5,25 „	22,6 „	7,29 „	4,52 „
	6 „	27,03 „	8,74 „	5,42 „	.	.	.
Kochsalz 2% und Essigsäure 1%	2 Tage	31,72 mg	10,23 mg	6,34 mg	29,40 mg	9,48 mg	5,88 mg
	2 „	28,10 „	9,06 „	5,62 „	36,47 „	11,76 „	7,29 „
	2 „	28,56 „	9,21 „	5,71 „	31,40 „	10,13 „	6,28 „
	2 „	38,40 „	12,39 „	7,68 „	29,70 „	9,58 „	5,94 „
Rothwein [1]) (0,62% Säure)	2 Tage	3,5 mg	1,32 mg	0,88 mg	3,3 mg	0,87 mg	0,58 mg
	4 „	8,5 „	3,21 „	2,13 „	3,0 „	1,13 „	0,75 „
	6 „	11,0 „	4,15 „	2,75 „	5,0 „	1,89 „	1,25 „

¹) Beim Rothwein wurden je 400 ccm Flüssigkeit bei 265 qcm Oberfläche benutzt.

Tabelle II. **Kochversuche.**

	Dauer der Einwirkung	Gelöstes Aluminium bei 400 ccm Flüssigkeit und 265 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet
Destillirtes Wasser . . .	½ Stunde	Spuren	—	—
		Spuren	—	—
Wasserleitungswasser . .	½ Stunde	11,8 mg	4,45 mg	2,95 mg
		13,8 „	5,21 „	3,45 „
Essigsäure 1 prozentig . .	½ Stunde	52,5 mg	19,81 mg	13,13 mg
		69,6 „	26,26 „	17,40 „
Weinsäure 2 prozentig . .	½ Stunde	18,7 mg	7,06 mg	4,68 mg
		19,2 „	7,25 „	4,80 „
Buttersäure 5 prozentig .	½ Stunde	12,1 mg	4,57 mg	3,03 mg
		10,4 „	3,92 „	2,60 „
Kochsalz 2 prozentig . . .	½ Stunde	1,0 mg	0,38 mg	0,25 mg
		0,7 „	0,26 „	0,18 „
Natriumcarbonat 0,001% .	½ Stunde	1,7 mg	0,64 mg	0,43 mg
		1,7 „	0,64 „	0,43 „

Tabelle III. **Schüttelversuche.**

Aluminiumsorte I

	Dauer des Versuchs	Temperatur 15—20°			Temperatur 35—40°		
		Gewichtsdifferenz der Becher bei 200 ccm Flüssigkeit und 350 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet (Siehe Text Seite 387)	Gewichtsdifferenz der Becher bei 200 ccm Flüssigkeit und 350 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet (Siehe Text Seite 387)
		Abnahme	**Abnahme**		**Abnahme**	**Abnahme**	
Frisch destillirtes Wasser	3 Stunden	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg	0,1 mg	0,029 mg	0,02 mg
	"	0,0 "	0,0 "	0,0 "	0,1 "	0,029 "	0,02 "
	"	0,0 "	0,0 "	0,0 "	.	.	.
Destillirtes Wasser mit CO_2 gesättigt	3 Stunden	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg	.	.	.
	"	0,0 "	0,0 "	0,0 "	.	.	.
	"	0,0 "	0,0 "	0,0 "	.	.	.
					Zunahme	**Zunahme**	
Wasserleitungswasser	3 Stunden	1,3 mg	0,37 mg	0,22 mg	0,7 mg	0,20 mg	.
	"	.	.	.	0,3 "	0,09 "	.
Kaffee	3 Stunden	1,0 mg	0,29 mg	0,17 mg	1,3 mg	0,37 mg	.
	"	0,8 "	0,23 "	0,13 "	1,3 "	0,37 "	.
					Abnahme	**Abnahme**	
Essig 1 prozentig	3 Stunden	5,0 mg	1,43 mg	0,83 mg	3,5 mg	1,00 mg	0,58 mg
	"	4,5 "	1,29 "	0,75 "	3,5 "	1,00 "	0,58 "
Branntwein	3 Stunden	0,8 mg	0,23 mg	0,13 mg	1,5 mg	0,43 mg	0,25 mg
	"	1,6 "	0,46 "	0,27 "	1,4 "	0,40 "	0,23 "
	"	1,5 "	0,43 "	0,25 "	.	.	.
Kognak	3 Stunden	1,0 mg	0,29 mg	0,17 mg	1,0 mg	0,29 mg	0,17 mg
	"	1,5 "	0,43 "	0,25 "	1,0 "	0,29 "	0,17 "
Rothwein	3 Stunden	1,5 mg	0,43 mg	0,25 mg	3,0 mg	0,86 mg	0,50 mg
	"	1,5 "	0,43 "	0,25 "	2,7 "	0,77 "	0,45 "
	"	3,0 "	0,86 "	0,50 "	.	.	.
	"	2,0 "	0,57 "	0,33 "	.	.	.
Citronenlimonade	3 Stunden	6,0 mg	1,71 mg	1,00 mg	4,0 mg	1,14 mg	0,67 mg
	"	2,5 "	0,71 "	0,42 "	4,3 "	1,23 "	0,72 "
	"	5,5 "	1,57 "	0,92 "	.	.	.
	"	3,5 "	1,00 "	0,58 "	.	.	.

Aluminiumsorte II

		Abnahme	**Abnahme**		**Abnahme**	**Abnahme**	
Frisch destillirtes Wasser	3 Stunden	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg	0,0 mg
	"	0,0 "	0,0 "	0,0 "	0,2 "	0,06 "	0,03 "
					Zunahme	**Zunahme**	
Wasserleitungs-Wasser	3 Stunden	0,3 mg	0,09 mg	0,05 mg	0,7 mg	0,20 mg	.
	"	0,2 "	0,06 "	0,03 "	1,0 "	0,29 "	.
Kaffee	3 Stunden	0,3 mg	0,09 mg	0,05 mg	0,2 mg	0,06 mg	.
	"	0,2 "	0,06 "	0,03 "	0,3 "	0,09 "	.

Aluminiumsorte II

	Dauer des Versuchs	Temperatur 15—20°			Temperatur 35—40°		
		Gewichtsdifferenz der Becher bei 200 ccm Flüssigkeit und 350 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet	Gewichtsdifferenz der Becher bei 200 ccm Flüssigkeit und 350 qcm Oberfläche	Aluminium-Menge auf 100 qcm berechnet	Aluminium-Menge auf 100 ccm berechnet
					Abnahme	Abnahme	
Essig 1prozentig	3 Stunden	1,7 mg	0,49 mg	0,28 mg	1,8 mg	0,51 mg	0,30 mg
	"	1,9 "	0,54 "	0,32 "	2,1 "	0,60 "	0,35 "
Branntwein	3 Stunden	0,9 mg	0,26 mg	0,15 mg	1,3 mg	0,37 mg	0,22 mg
	"	1,0 "	0,29 "	0,17 "	1,0 "	0,29 "	0,17 "
Kognak	3 Stunden	1,1 mg	0,31 mg	0,18 mg	0,9 mg	0,26 mg	0,15 mg
	"	1,0 "	0,29 "	0,17 "	1,0 "	0,29 "	0,17 "
Rothwein	3 Stunden	2,1 mg	0,60 mg	0,35 mg	2,7 mg	0,77 mg	0,45 mg
	"	1,8 "	0,51 "	0,30 "	2,5 "	0,71 "	0,42 "
Citronen-limonade	3 Stunden	2,8 mg	0,80 mg	0,47 mg	4,6 mg	1,31 mg	0,77 mg
	"	2,9 "	0,83 "	0,49 "	4,2 "	1,20 "	0,70 "

An diese Tabellen mögen sich die von Lunge und Schmid, G. Rupp und Neumann-Wender erhaltenen Zahlen anschließen. Lunge und Schmid[1]) stellten eine

Gewichtsverlust von Aluminiumblech bei 6tägiger Einwirkung und Zimmertemperatur	Versuch a mg auf 130 qcm	Versuch b mg auf 130 qcm	Mittelwerth mg auf 130 qcm	Mittelwerth mg auf 100 qcm
1. Gewöhnlicher Rothwein	4,1	3,3	3,7	2,84
2. " Weißwein	4,0	4,5	4,3	3,27
3. Branntwein	1,6	1,2	1,4	1,08
4. Reiner 50%iger Alkohol	0,8	0,8	0,8	0,61
5. Weinsäurelösung 5%	1,9	2,4	2,2	1,65
6. " 1%	3,6	3,1	3,4	2,58
7. Essigsäure 5%	4,3	5,7	5,0	3,85
8. " 1%	6,2	5,2	5,7	4,38
9. Citronensäure 5%	2,8	2,8	2,8	2,15
10. " 1%	2,3	2,6	2,5	1,90
11. Milchsäure 5%	6,1	6,3	6,2	4,77
12. Buttersäure 3%	1,7	1,7	1,7	1,31
13. Kaffee	0,6	0,7	0,65	0,50
14. Thee	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Bier	0,0	0,0	0,0	0,0
16. Borsäurelösung 4%	2,3	2,3	2,3	1,77
17. Karbolsäurelösung 5%	0,1	0,5	0,3	0,23
18. " 1%	0,8	0,5	0,7	0,49
19. Salicylsäure 1/400%	7,3	9,2	8,3	6,35

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie. 1892. S. 7.

Reihe von Versuchen mit gewalzten Aluminiumblechen von 130 qcm Oberfläche und 1 mm Stärke an. Dieses von der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft Neuhausen bezogene Material enthielt 0,44 % gebundenes, 0,11 % krystallisirtes Silicium, 0,25 % Eisen und Spuren von Kupfer. Die Bleche wurden vor den Versuchen mit Natronlauge angeätzt und mit verdünnter Schwefelsäure gebeizt. Die von Lunge und Schmid erhaltenen Resultate sind in vorstehender Tabelle wiedergegeben.

Die Verfasser machen auf die Einwirkung des Branntweins besonders aufmerksam. Sie erhielten die auch von uns bemerkten Auswüchse und stellten darunter befindliche kleine Vertiefungen fest, wie wir sie bei dem mehrtägigen Kognakversuche beobachten konnten.

Interessant ist ferner, daß reiner 50%iger Alkohol dieselbe Erscheinung veranlaßte. Lunge und Schmid führen letztere auf eine nicht homogene Beschaffenheit des Bleches zurück.

G. Rupp[1]) hat eine Reihe von Versuchen mit Aluminiumflaschen, -Bechern und kleineren Blechstücken ausgeführt. Das Material enthielt 0,30 % Eisen und nur 0,04 % Silicium. Er erhielt folgende Resultate:

Aluminium-Gegenstand	Art der Beschickung	Dauer der Beschickung	Gewicht des Aluminium-Gegenstandes		Gewichts-Differenz	Chemische Reaktion auf Thonerde	Aeußere Beschaffenheit der Flüssigkeit u. s. w. nach dem Versuche
			Vor dem Versuch	nach Reinigen und Trocknen bei 100° C.			
1. Aluminiumflasche . . .	Weißwein mit 0,7 % Säure	8 Tage	126,031	126,0302	0,0003	0,0	Klar
2. do.	Rothwein	8 „	126,0302	126,0291	0,0011	0,0	do.
3. do.	Weißwein	28 „	126,0291	126,0256	0,0035	Geringe Spuren	do.
4. do.	Rothwein	28 „	126,0256	126,0218	0,0033	„ „	do.
5. do.	Bier	4 „	126,0218	126,0216	0,0002	0,0	Schwach getrübt
6. do.	Kirschwasser	8 „	108,210	108,2099	0,0001	0,0	Klar
7. do.	Kognak	8 „	108,2099	108,2097	0,0002	0,0	do.
8. do.	Kaffee (20 g Kaffee auf 200 ccm Wasser)	8 „	126,0216	126,0210	0,0006	Geringe Spuren	Schwach getrübt
9. do.	Thee	8 „	126,0210	126,0201	0,0006	„ „	do.
10. Aluminiumbecher . .	Milch	4 „	55,798	55,7977	0,0003	0,0	Geronnen und sauer
11. do.	Butter	8 „	55,7977	55,7975	0,0002	0,0	Ranzig
12. Aluminiumblech . . .	Honig	8 „	3,8715	3,8714	0,0001	0,0	Unverändert
13. do.	Eingemachte Früchte	8 „	3,170	3,170	0,0	0,0	do.
14. do.	Trinkwasser (14° Härte)	8 „	1,879	1,879	0,0	0,0	Klar
15. do.	Trinkwasser (Siedetemperat.)	½ Stunde	1,879	1,8789	0,0001	0,0	do.

[1]) Dingler, Polyt. Journal. 1891. B. 283, S. 19.

Aluminium-Gegenstand	Art der Beschickung	Dauer der Beschickung	Gewicht des Aluminiumgegenstandes		Gewichts-Differenz	Chemische Reaktion auf Thonerde	Aeußere Beschaffenheit der Flüssigkeit u. s. w. nach dem Versuche
			vor dem Versuch	nach Reinigen und Trocknen bei 100° C.			
16. do.	1 % Weinsäure	8 Tage	3,872	3,8715	0,0005	Geringe Spuren	do.
17. do.	1 % Gerbsäure	8 „	3,170	3,170	0,0	0,0	do.
18. do.	1 % Essigsäure	8 „	3,789	3,789	0,0	0,0	do.
19. do.	4 % do.	8 „	3,789	3,7886	0,0004	Geringe Spuren	do
20. do.	10 % do.	8 „	1,8788	1,8787	0,0001	„ „	do.
21. Aluminiumblech, fein geraspelt . .	10 % Essigsäure (100 Theile)	8 „	1,001	0,9982	0,0028	0,0021 Alumin.	do.
22. Blech . . .	5 % Borsäure	4 „	3,170	3,1699	0,0001	0,0	do.
23. do. . . .	5 % Karbolsäure	8 „	2,518	2,518	0,0	0,0	do.
24. do. . . .	5 % Salicylsäure	8 „	3,7886	3,7885	0,0001	0,0	do.
25. do. . . .	1 % Sodalösung	8 „	2,172	2,157	0,0150	0,0133 Alumin.	Schwach getrübt

Neumann-Wender[1]) beschreibt Versuche über die Einwirkung der Kohlensäure auf das Aluminium. Weder trockene noch feuchte Kohlensäure übte den geringsten Einfluß auf das Aluminium aus. Kohlensäurehaltiges Wasser gab selbst bei hohem Druck und wochenlanger Einwirkung nur Gewichtsdifferenzen, die 0,2 % nicht erreichten. Scharfe Ecken und Kanten boten besonders günstige Angriffspunkte. Mit Brunnenwasser will der Verfasser unter gleichen Bedingungen ähnliche Resultate erzielt haben.

Sodawasser, enthaltend 0,8 % krystallisirtes Natriumkarbonat und 0,1 % Chlornatrium unter einem Druck von 8 Atmosphären, veranlaßte durch dreitägige Einwirkung eine Gewichtsdifferenz von 0,14 %.

Besonderes Interesse beanspruchen ferner einige Beobachtungen über das Verhalten der Aluminiumgefäße bei verhältnißmäßig langer Einwirkung von Flüssigkeiten. Belli[2]) schreibt, daß eine Aluminiumfeldflasche nach mehrwöchentlichem Stehen mit weißem Tischweine durchlöchert war. Rupp[3]) ließ nacheinander Weiß- und Rothwein je 8 Tage, und hierauf je 28 Tage in einer Aluminiumflasche stehen. Die Flasche wog vor den Versuchen 126,0310 g und nachher 126,0208 g; sie hatte also im Ganzen nach 72tägiger Einwirkung nur 9,2 mg an Gewicht verloren. Das Aussehen der inneren Oberfläche der Flasche nach den Versuchen beschreibt der Verfasser nicht.

Auch wir haben je einen Becher, mit Roth- und Weißwein beschickt, 4 Wochen sich selbst überlassen. Der Rothwein (500 ccm) hatte bei einer Angriffsfläche von 310 qcm 32,7 mg Aluminium gelöst. (Aluminium im Weißwein nicht bestimmt.) Die Becher zeigten nur Erosionen in bekannter Art und Tiefe, so daß eine Durch-

[1]) Pharm. Post. 1892. S. 201.
[2]) Mitth. d. Deutschen u. Oesterreich. Alpenvereins. 1891. S. 282.
[3]) l. c.

löcherung des ca. 1 mm starken Bleches an bestimmten Stellen in absehbarer Zeit nicht zu befürchten war. 500 ccm 1 %iger Essigsäure lösten bei 310 qcm Angriffsfläche in 22 Tagen 68,1 mg, 2 %ige Citronensäure unter gleichen Bedingungen in 19 Tagen 21,6 mg Aluminium auf. Letzteren, sowie allen übrigen Ergebnissen zufolge scheinen derart für die Korrodirung günstige Bedingungen, wie sie der Belli'schen Flasche eigen gewesen sein müssen, zu den verhältnißmäßig seltenen Vorkommnissen zu gehören.

b) Bei durch den Gebrauch veränderter Oberfläche.

Eine große Anzahl der mehrtägigen Versuchsreihen läßt erkennen, daß die Stärke der Einwirkung mit der Zeit abnimmt. Diesen Abnahmen, sowie der Ungleichmäßigkeit der Resultate überhaupt können verschiedene Ursachen zu Grunde liegen. Zunächst ist die Oberfläche der in derselben Weise angefertigten Becher nicht gleichartig, wie Fig. 1 und 2 der Tafel zeigen. Ferner sind die im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Vorgänge qualitativen und quantitativen Schwankungen unterworfen u. dgl. m. Von großer Bedeutung für die Angreifbarkeit der Metalle sind die festhaftenden Ueberzüge, welche manche derselben beim Gebrauche bekommen. R. Weber[1]) weist in seiner Denkschrift, betreffend das Verhalten der Zinnbleilegirungen gegen Essig, darauf hin, daß es zu empfehlen sei, das Ausscheuern der Gefäße zu vermeiden, damit der schützende Einfluß der unlöslichen Oxydhaut nicht zu Verlust ginge. Bezüglich des Nickels hat Rohde[2]) dieselbe Erfahrung gemacht: die Gegenstände bekommen ein mattgraues Aussehen, das vielleicht von der Bildung basischer Nickelsalze herrührt.

Das Verhalten des Aluminiums nach dieser Richtung wurde durch folgende Versuche geprüft. Ein Becher mit metallisch reiner Oberfläche wurde mit 5 %iger Buttersäure 1/2 Stunde gekocht. Hierbei lösten sich 12,1 mg Aluminium. Bei Verwendung eines Bechers, der zuvor 1/2 Stunde mit destillirtem Wasser gekocht worden war, wurden nach halbstündigem Kochen mit Buttersäure in der Flüssigkeit nur 1,2 mg Aluminium gefunden. Nachdem letzterer Becher mit Seesand gut ausgescheuert worden war, gab er unter obigen Bedingungen 10,4 mg Metall an die Buttersäure ab.

Ein anderer Becher wurde 10 Tage mit 500 ccm Rothwein von 0,62 % Säure beschickt, bei Zimmerwärme aufbewahrt. Nach dem Reinigen mit Wasser und Bürste war die Angriffsfläche etwas röthlich weiß überzogen. Der Becher hatte 23,2 mg an Gewicht verloren. Mit gleichartigem Wein frisch gefüllt, verlor er in weiteren 10 Tagen nur 7,3 mg.

Leitungswasser griff ebenfalls einen metallisch reinen Becher etwa 10 mal so stark an, als einen nicht gescheuerten.

6 Becher (Aluminium Sorte I), welche zu anderen Versuchen benutzt worden waren und eine zwar gleichmäßig saubere, aber nicht metallisch reine Oberfläche hatten, wurden mit 2 %iger Kochsalzlösung hingestellt. Nach 2 Tagen hatten sich 4 bezw. 3,5 mg,

---

[1]) Berlin 1878.
[2]) Archiv f. Hygiene. 1889. S. 344.

nach 4 Tagen 7,6 bezw. 8,2 mg und nach 6 Tagen 11,2 bezw. 11,5 mg Aluminium in Hydroxyd verwandelt, also durchschnittlich nur halb soviel als bei frischer Oberfläche.

Diese Ergebnisse zeigen, daß auch bei den Aluminiumgeschirren die chemische Abnutzbarkeit durch zweckdienliche Behandlung vermindert werden kann.

Vergleich mit anderen Metallen.

Da für die Beurtheilung der Verwendbarkeit des Aluminiums zu Trink- und Kochgeschirren ein Vergleich mit anderen in Betracht kommenden Metallen in dieser Beziehung einen Anhaltspunkt bieten dürfte, so seien nachstehend einige Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Blei mitgetheilt.

Ueber das Verhalten von Kupfer, Blei, Zinn und Zink gegen verdünnte Essigsäure und gegen Natronlauge liegt eine Arbeit von H. Fleck[1]) vor. Der Verfasser ließ auf Blechstücke der genannten Metalle von 400 qcm Oberfläche destillirtes Wasser, 1 und 2%ige Essigsäure und 1%ige Natronlauge bei gewöhnlicher Temperatur und bei 100° C. einwirken.

Die Zahl der Versuche wurde noch dadurch erweitert, daß die Einwirkung sowohl bei Abschluß der Luft als auch unter Durchleiten von Luft angestellt wurden. Die Menge der Versuchsflüssigkeit betrug jedesmal 100 ccm.

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenstellung der von Fleck erhaltenen Resultate und eine Umrechnung derselben auf 100 qcm Oberfläche.

a) Versuche bei 20° C.

Einwirkungszeit 24 Stunden. Volumen der angewandten Flüssigkeit 100 ccm. Angriffsoberfläche 400 qcm.

Kupfer.

	Gelöste Kupfermenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	Spuren	—	0,0003 g	0,08 mg
Essigsäure 1%ig	0,0069 g[2])	1,73 mg[3])	0,0774 g	19,35 mg
„ 2%ig	0,0091 g	2,28 mg	0,1256 g	31,40 mg
Natronlauge 1%ig	0,0019 g	0,48 mg	0,0044 g	1,10 mg

Blei.

	Gelöste Bleimenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	0,0198 g	4,95 mg	0,8822 g	220,55 mg
Essigsäure 1%ig	0,3927 g	98,18 mg	4,9268 g	1 231,70 mg
„ 2%ig	0,1058 g	26,45 mg	5,0392 g	1 259,80 mg
Natronlauge 1%ig	0,0615 g	15,38 mg	0,5103 g	127,58 mg

[1]) 14—17 Jahresbericht d. K. chem. Centralstelle f. Gesundheitspflege. Dresden 1888. S. 51.
[2]) Originalzahlen.
[3]) Berechnet auf 100 qcm.

Zinn.

	Gelöste Zinnmenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	0,0 g	—	Spuren	—
Essigsäure 1 %ig	0,0080 g	2,0 mg	0,1170 g	29,25 mg
„ 2 %ig	0,0071 g	1,78 mg	0,2210 g	55,25 mg
Natronlauge 1 %ig	0,0093 g	2,33 mg	0,7825 g	195,63 mg

Zink.

	Gelöste Zinkmenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	0,0012 g	0,30 mg	0,1456 g	36,40 mg
Essigsäure 1 %ig	0,0419 g	10,48 mg	0,5656 g	141,40 mg
„ 2 %ig	0,0551 g	13,78 mg	1,0808 g	270,20 mg
Natronlauge 1 %ig	0,0236 g	5,90 mg	0,0267 g	6,63 mg

b) Versuche bei 100° C.

Einwirkungszeit 1 Stunde. Volumen der angewandten Flüssigkeit 100 ccm. Angriffsfläche 400 qcm.

Kupfer.

	Gelöste Kupfermenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	Spuren	—	Spuren	—
Essigsäure 1 %ig	0,0108 g	2,70 mg	0,0302 g	7,55 mg
„ 2 %ig	0,0173 g	4,33 mg	0,0400 g	10,00 mg
Natronlauge 1 %ig	0,0017 g	0,43 mg	0,0013 g	0,33 mg

Blei.

	Gelöste Bleimenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	0,0561 g	14,03 mg	0,1394 g	34,85 mg
Essigsäure 1 %ig	0,1469 g	36,73 mg	0,4267 g	106,68 mg
„ 2 %ig	0,1797 g	44,93 mg	0,2921 g	73,03 mg
Natronlauge 1 %ig	0,0678 g	16,95 mg	0,2691 g	67,23 mg

Zinn.

	Gelöste Zinnmenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	Spuren	—	Spuren	—
Essigsäure 1 %ig	0,0057 g	1,43 mg	0,0051 g	1,28 mg
„ 2 %ig	0,0067 g	1,68 mg	0,0247 g	6,18 mg
Natronlauge 1 %ig	0,0160 g	4,00 mg	0,0417 g	10,43 mg

Zink.

	Gelöste Zinkmenge			
	bei Luftabschluß		bei Luftdurchleiten	
	auf 400 qcm	auf 100 qcm	auf 400 qcm	auf 100 qcm
Destillirtes Wasser	0,0041 g	1,03 mg	Spuren	—
Essigsäure 1 %ig	0,0675 g	16,88 mg	0,0960 g	24,00 mg
„ 2 %ig	0,1289 g	32,23 mg	0,1013 g	25,33 mg
Natronlauge 1 %	0,0225 g	5,63 mg	0,0644 g	16,10 mg

Ueber die Angreifbarkeit des Bleies durch Essig entnehmen wir der Arbeit von Wolffhügel[1]) über blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände Folgendes. In 2 Versuchen bei 15 bezw. 17,5° wirkten je 250 ccm 2%iger Essigsprit, der nur wenig Kochsalz und Schwefelsäure enthielt, auf einen Bleibecher während 6 Stunden bei einer Angriffsoberfläche von 187 qcm. 100 ccm Flüssigkeit enthielten nach dieser Zeit 0,0246 g bezw. 0,0244 g Blei. Auf 100 qcm Oberfläche beträgt dies 0,033 bezw. 0,0328 g. Bei einer Legirung von 10% Zinn und 90% Blei lösten 100 ccm Essig unter gleichen Versuchsbedingungen 0,0029 bezw. 0,0014 g Blei, oder auf 100 qcm Angriffsfläche wurden 0,0039 bezw. 0,0019 g desselben gelöst.

Nickelgeschirre hat A. Rohde[2]) einer eingehenden Prüfung unterzogen. In Bezug auf die Löslichkeit sei Folgendes auszugsweise angeführt.

Galvanisch vernickelte Schalen aus Stahl, Kupfer und Messing von je 200 ccm Inhalt wurden jede 3 mal 2 Stunden mit 2%iger Essigsäure bei 17° C. behandelt (Angriffsfläche 90 qcm). Es verlor hierdurch die Stahlblechschale bei jedem Versuche 1 mg, die Kupferschale 1 — 2,5 mg und die Messingschale 0,5 — 1,5 mg an Gewicht. 4%ige Essigsäure gab ähnliche Zahlen.

Bezüglich des Verhaltens verschiedener Zinn- und Bleilegirungen gegen Flüssigkeiten sei auf die Denkschrift R. Webers[3]) sowie auf die Versuche von Löbisch[4]) und Hall[5]) hingewiesen.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 2 S. 141.
2) Archiv f. Hygiene 1889 S. 331.
3) Denkschrift betr. das Verhalten der Zinn-Bleilegirungen gegen Essig. Berlin 1878.
4) Wiener Medic. Presse 1882.
5) American. chem. journ. 1883. Bd. 4 S. 440.

Nickelplattirte Geschirre aus gleichen Materialien wie die vorstehenden, in Casserollenform von 600 ccm Inhalt, gaben folgende Resutate:

a) Versuche bei 16° C.

Einwirkungszeit 24 Stunden. Menge der angewandten Flüssigkeit 500 ccm. Angriffsfläche 286 qcm.

	Nickelplattirtes Stahlblech Gewichtsabnahme		Nickelplattirtes Kupfer Gewichtsabnahme		Nickelplattirtes Messing Gewichtsabnahme	
	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm
Essigsäure 2%ig	26 mg	9,09 mg	29 mg	10,14 mg	24 mg	8,39 mg
Weinsäure 2%ig	27 „	9,44 „	29 „	10,14 „	25,5 „	8,92 „
Citronensäure 2%ig . .	31 „	10,84 „	34 „	11,89 „	33,5 „	11,71 „
Buttersäure 4%ig . . .	10 „	3,50 „	11,5 „	4,02 „	12,5 „	4,37 „

b) Kochversuche.

Einwirkungszeit 3 Stunden. Menge der angewandten Flüssigkeit 500 ccm. Angriffsfläche 286 qcm.

	Nickelplattirtes Stahlblech Gewichtsabnahme		Nickelplattirtes Kupfer Gewichtsabnahme		Nickelplattirtes Messing Gewichtsabnahme	
	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm	auf 286 qcm	berechnet auf 100 qcm
Essigsäure 2%ig	12 mg	4,20 mg	13,5 mg	4,72 mg	14 mg	4,90 mg
Weinsäure 2%ig	13 „	4,55 „	19 „	6,64 „	13 „	4,55 „
Citronensäure 2%ig . .	16 „	5,59 „	17,5 „	6,12 „	15 „	5,24 „
Buttersäure 4%ig . . .	9 „	3,15 „	15,5 „	5,42 „	12,5 „	4,37 „

Reinnickelgeschirre. Es wurden 2 Schalen von je 500 ccm Inhalt benutzt. Schale I war noch ungebraucht und hatte eine spiegelglänzende Oberfläche. Schale II war mattglänzend und besaß einige Unebenheiten infolge früheren Gebrauchs. Bei einer Angriffsfläche von 190 qcm verlor bei 3stündiger Einwirkung durch 2%ige Essigsäure: Schale I 2—2,5 mg, Schale II 4 mg; durch 1stündiges Kochen mit derselben Säure: Schale I 3,5—4,5 mg, Schale II 4,5—6 mg an Gewicht.

Soweit ein Vergleich vorstehender Zahlen möglich ist, zeigen diese, daß das Aluminium in Bezug auf die chemische Abnutzbarkeit bei gewöhnlicher Temperatur einen günstigen Platz unter den aufgeführten Metallen einnimmt. Berechnet man z. B. die Einwirkung der für die Nahrungsmittel bei weitem am meisten in Betracht kommenden Essigsäure auf 100 qcm in 24 Stunden, so ergiebt sich Folgendes:

	Aluminium¹) Sorte I	Aluminium¹) Sorte II	Aluminium²) (Lunge & Schmid)	Kupfer bei Luftabschluß	Kupfer bei Luftdurchleiten	Blei bei Luftabschluß	Blei bei Luftdurchleiten	Zink bei Luftabschluß	Zink bei Luftdurchleiten	Zinn bei Luftabschluß	Zinn bei Luftdurchleiten	Nickelplattirtes Stahlblech	Nickelplattirtes Kupfer	Nickelplattirtes Messing
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Essigsäure 1%ig . . .	1,43	1,69	0,73	1,72	19,35	98,17	1231,70	10,47	141,40	2,00	29,25	.	.	.
„ 2%ig . . .	.	.	.	2,27	31,40	26,15	1259,80	13,77	270,20	1,77	55,25	9,09	10,14	8,39

¹) Durch einen besonderen, 1tägigen Versuch bestimmt.

²) Diese aus den 6tägigen Versuchen berechnete Mittelzahl ist nur annähernd richtig, da die Löslichkeit vielfach mit der Zeit abnimmt. (Siehe Text S. 394.)

Die weitaus höchste Zahl wurde bei den Aluminiumversuchen durch gleichzeitige Einwirkung von Kochsalz 2 % und Essigsäure 1 % erhalten. Diese beträgt, auf 100 qcm und 24 Stunden berechnet, 6,19 mg, eine im Vergleich zu der allgemeinen Löslichkeit anderer Metalle mäßige Größe.

Wesentlich anders ist das Resultat bei der Einwirkung kochender Flüssigkeiten auf das Aluminium. Die Löslichkeit in Säuren wird durch die hohe Temperatur derartig gesteigert, daß die erhaltenen Zahlen von keinem anderen Metalle, das Blei ausgenommen, auch nur annähernd erreicht werden.

Für Essigsäure z. B. ergeben sich bei 100 qcm Angriffsfläche und 1stündigem Kochen die folgenden Werthe:

	Aluminium Sorte I	Aluminium Sorte II	Aluminium (Lunge & Schmid)	Kupfer bei Luftabschluß	Kupfer bei Luftdurchleiten	Blei bei Luftabschluß	Blei bei Luftdurchleiten	Zink bei Luftabschluß	Zink bei Luftdurchleiten	Zinn bei Luftabschluß	Zinn bei Luftdurchleiten	Nickelplattirtes Stahlblech	Nickelplattirtes Kupfer	Nickelplattirtes Messing
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Essigsäure 1 %ig . . .	46,03	.	.	2,70	7,32	36,72	106,67	16,87	24,00	1,42	1,37	.	.	.
„ 2 %ig . . .	.	.	.	4,32	10,00	44,92	73,02	32,32	25,32	16,75	6,17	1,40	1,37	1,63

Einfluß der Reinigungsmethoden.

Bei allen Gefäßen und insbesondere bei den Eß- und Trinkgeschirren, ist neben der Widerstandsfähigkeit gegen den Inhalt auch die Abnutzung durch nothwendige Reinigung nicht außer Betracht zu lassen. Die für Küchengeräthe ebenso zweckdienliche wie allgemein übliche Reinigungsmethode durch warme Sodalösung oder gar die Behandlung mit verdünnter Lauge sind für Aluminiumgeschirre ohne bedeutenden Schaden für letztere nur mit besonderer Vorsicht anwendbar. Auch die mechanische Reinigung durch Scheuern mit Sand, Kreide &c. ist in Anbetracht der geringen Härte des Aluminiums nicht zu empfehlen. Die Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft in Neuhausen räth in ihrer Broschüre (1891) die genannten Reinigungsmittel unbedingt zu vermeiden.

Um den Einfluß des Seifenwassers kennen zu lernen, wurden 2 Becher mit starker, heißer Seifenlösung (gewöhnliche weiße Seife) gut durchgeschüttelt und hierauf mit heißem Wasser so oft gespült, bis der Seifengeruch völlig verschwunden war. Die Becher waren hierbei schmutzig braun angelaufen; sie hatten um 3,7 bezw. 3,2 mg an Gewicht abgenommen.

Bezüglich der Verwendbarkeit des reinen, kochenden Leitungswassers als Reinigungsmittel sei auf die durch dasselbe entstehende Schwärzung des Metalls hingewiesen.

Schütteln mit Sand und Wasser, wie es zur Reinigung von Flaschen ausgeführt wird, gab je nach der Menge der ersteren und der Art des Schüttelns sehr variable Zahlen.

In folgender Versuchsreihe wurde ein Becher abwechselnd 3 Stunden mit 200 ccm 1 %igen Essigs bei 35—40 ° und 1 Minute mit ca. 40 g gewöhnlichen Sandes und etwas Wasser geschüttelt.

Abnahme beim Schütteln mit Essig.	Abnahme beim Schütteln mit Sand.
3,2 mg	0,8 mg
5,3 „	1,4 „
3,7 „	1,3 „

Durch Schütteln mit 80 g scharfen Quarzsand verloren zwei Becher in einer Minute 1,8 bezw. 2,3 mg an Gewicht.

Einen interessanten Beitrag zur Abnutzbarkeit von Aluminium-Speisegeräthschaften giebt Cl. Winkler[1]). Auf Grund seiner Erfahrung über die Haltbarkeit eines seit einer Reihe von Jahren im täglichen Gebrauch befindlichen Speiselöffels kam Winkler zu der Annahme, daß Speisegeräthschaften aus Aluminium sich vielleicht etwas, aber nicht viel stärker als solche aus legirtem Silber, dagegen weniger als solche aus Neusilber abnutzen.

Einwirkung des Aluminiums auf den thierischen Körper.

Es ist aus den mitgetheilten Versuchen ersichtlich, daß bei der Verwendung des Aluminiums zu Koch- und Trinkgeschirren durchschnittlich nur geringe Mengen dieses Metalls in den menschlichen Körper gelangen. Immerhin bedarf es jedoch noch der Bestätigung, daß diese ohne Schaden längere Zeit hindurch aufgenommen werden können namentlich in Hinblick auf die Erfahrung, daß die Einverleibung anderer Metalle in den Körper oft beträchtliche Störungen der Gesundheit im Gefolge haben kann. In letzterer Hinsicht kommen vornehmlich die bereits oben (Vergl. S. 395) mit dem Aluminium in Vergleich gestellten Metalle Blei, Kupfer, Zinn und Nickel in Betracht.

Hinsichtlich des Nickels sind die Ansichten getheilt. Geerkens[2]) erhielt eine tödtliche Wirkung durch Verabreichung von 1 g Nickelacetat an ein Kaninchen; wurde dagegen das Nickelsalz nicht vermittelst des Verdauungsapparates dem Körper einverleibt, sondern dem Säftestrom direkt zugeführt, so genügten schon 0,4 g, um ein Thier dieser Gattung zu tödten. Anderseits wurde die Ernährung und das Wohlbefinden eines Hundes durch den Verbrauch von 14,5 g in 4 Wochen nicht beeinflußt. Hieraus schloß Geerkens, daß die Verwendung des Nickels zu Geschirren ungefährlich sei. Dr. van Hamel Roos[3]) gab einem 4856 g schweren Hunde in 34 Tagen 16,926 g Nickelacetat, welche 5,642 metallischem Nickel entsprachen, also täglich 0,166 g des Metalls, mit dem Futter. Das Thier blieb vollkommen munter und gesund, nahm während der Versuchsdauer um 330 g zu, und nach der Tödtung desselben konnten keinerlei pathologische Veränderungen nachgewiesen werden. Zu gleichen negativen Ergebnissen kam auch Rhode.[4]) Derselbe hatte während eines Zeitraumes von fünf Jahren Nickelkochgeschirre in seiner Haushaltung im Gebrauche und konnte „während dieser langen Zeitperiode über keine einzige Störung im gesundheitlichen Wohlbefinden berichten, die auch nur im entferntesten an die von Anderson, Stuart, Geerkens, Laborde und Riche u. a. sehr genau beschriebenen Symptome einer akuten oder chronischen Nickelvergiftung erinnern könnte."

---

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1892 S. 69.

[2]) Repertor. der analyt. Chemie IV. Jahrg. S. 29.

[3]) Ebenda. Jahrg. VII. S. 670.

[4]) Rhode, Ueber die Angreifbarkeit der Nickel-Kochgeschirre durch organische Säuren. Archiv für Hyg. IX. Bd. S. 331 u. ff.

Was das Kupfer betrifft, so ist aus pharmakologischer Erfahrung bekannt, daß die Verbindungen desselben Brechreiz und Entzündungen der Magenschleimhaut verursachen, wenn sie in großen Dosen genommen werden. Hierdurch können dieselben bei schwacher Körperkonstitution wohl bedrohliche Gefährdungen der Gesundheit oder des Lebens im Gefolge haben.

Ueber Kupfervergiftungen ist in der Literatur häufig berichtet worden, jedoch sind nach Lehmann[1]) in den meisten Fällen die beobachteten Krankheitserscheinungen oder Todesfälle auf andere Ursachen (Ptomaïne und Toxalbumine) zurückzuführen.

Hinsichtlich des Ueberganges dieses Metalls in unsere Nahrungsmittel kam der Autor auf Grund seiner Versuche zu dem Schluß, „daß eine direkte Schädigung akuter oder chronischer Art von den Kupfermengen, wie sie durch maßvolle und kunstgerechte Reverdissage, Brodbereitung mit Kupfer, und etwas sorglose Benutzung kupferner Gegenstände im Haushalt in den Körper gelangen, nicht zu befürchten ist; dagegen können durch grob nachlässig hergestellte Konserven oder Brod und absolut nachlässig behandelte Kupfergeschirre recht wohl Erbrechen, vielleicht auch einmal Brechdurchfall, aber kaum mehr entstehen."

Eine völlige Uebereinstimmung besteht dagegen hinsichtlich der schädlichen Wirkung der übrigen genannten Metalle. Die Vergiftung durch Blei ist eine den Aerzten lange schon bekannte Erkrankung. Zahlreiche Belege hat Wolffhügel in seiner Arbeit „Ueber blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände"[2]) erbracht. Die giftige Wirkung des Zinns ist durch die Versuche von Unger und Bodlaender[3]) erwiesen worden.

Um Aufschluß darüber zu erhalten, ob der Genuß von Aluminium mit nachtheiligen Folgen verbunden ist, wurde zunächst ein Fütterungsversuch an einem Hunde[4]) gemacht. Dem Thiere wurde während einer Reihe von Tagen Morgens mit dem ersten Futter ein basisch essigsaures Aluminium einverleibt. Das Salz enthielt 14,8% Aluminium; in schwach alkalisch gemachtem Wasser löste es sich leicht bei Zimmerwärme auf; in ziemlich stark mit Salzsäure angesäuertem Wasser trat die Lösung erst nach gelinder Erwärmung ein.

Das Versuchsthier war vollkommen ausgewachsen, es zeigte bei normaler Freßlust und Munterkeit keinerlei krankhafte Erscheinungen; sein Gewicht betrug 9200 g und stieg während 7 Tagen vor dem Versuch auf 9250 g. Als Kontrolthier konnte aus äußeren Gründen leider nur ein noch im Wachsthum begriffener Hund einer ähnlichen Race gewählt werden. Dieser hatte ein Anfangsgewicht von 5440 g und nahm in der gleichen Zeit, vom 10.—17. Oktober, um 260 g zu.

Die Beigabe des Aluminiumsalzes bei dem ersteren Thiere begann am 30. Oktober, und zwar wurden täglich verabreicht:

[1]) K. B. Lehmann, Kritische, experimentelle Studien über die hygienische Bedeutung des Kupfers. Vortrag, gehalten auf dem VII. internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie zu London am 13. August 1891.

[2]) Arb. aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte II. Bd.

[3]) Ueber die toxischen Wirkungen des Zinns ꝛc. Zeitschr. f. Hygiene II. Bd.

[4]) Leider konnten wegen Mangel an Raum im Thierstalle nicht mehrere Hunde zum Versuch benutzt werden.

Zeit	Anzahl der Tage	Basisch essig-saures Aluminium g	Entsprechende Aluminium-menge g
Vom 20. bis einschließlich 30. Oktober	10	0,1	0,0148
„ 31. „ „ 4. November . . .	5	1,0	0,148
„ 5. November bis einschließlich 9. November	5	2,0	0,296
„ 10. „ „ „ 14. „	5	5,0	0,740
„ 15. „ „ „ 21. „	5	10,0	1,480

Die durch das jugendliche Alter bedingte raschere Gewichtszunahme des Kontrolthieres erschwert allerdings einen Vergleich der Körpergewichte der beiden Thiere; gleichwohl ist die Beobachtung verwerthbar, weil das Versuchsthier während der Versuchsdauer nie einen Gewichtsverlust erlitten hat. Es ergaben die Wägungen, welche am Morgen vor der Fütterung, nachdem die Hunde den Harn gelassen hatten, folgende Zahlen:

Zeit	Versuchshund		Kontrolhund	
	Gewicht g	Zunahme g	Gewicht g	Zunahme g
17. Oktober	9 250	—	5 700	—
30. „	9 250	0	6 200	50
9. November . . .	9 400	150	6 350	150
23. „ . . .	9 550	150	6 600	250

Vor der Darreichung von basisch-essigsaurem Aluminium nahm der Versuchshund und der Kontrolhund an Körpergewicht zu, der erstere um 50, der letztere um 260 g. Während jedoch das letztgenannte Thier in den weiteren Tagen bis zum 23. November sein Gewicht stetig mehr oder minder steigerte, trat ein Stillstand desselben ein bei dem anderen Hunde, welcher im Verlauf von 10 Tagen täglich 0,1 g des Aluminiumsalzes (= 0,148 g Aluminium) genossen hatte. Auf eine Wirkung des Metalls im thierischen Organismus dürfte dieser Umstand gleichwohl nicht zu beziehen sein, weil im weiteren Verlauf des Versuches, nachdem täglich 1, 2, 5 und sogar 10 g basisch-essigsaures Aluminium (entsprechend 0,148, 0,296, 0,740 und 1,480 g Aluminium) gereicht worden waren, wieder eine Zunahme des Körpergewichts zu beobachten war, welche an einem Wägetage, dem 9. November, sogar der des im Wachsthum begriffenen jugendlichen Kontrolthieres gleichkam. Für die Unschädlichkeit des Aluminiumsalzes sprach weiterhin, daß irgend ein Unterschied zwischen den beiden Thieren hinsichtlich der Munterkeit, der Freßlust, des Verlangens nach Wasser (Durstgefühl) oder der Darmentleerungen nie wahrgenommen werden konnte.

Um die Veränderungen kennen zu lernen, welche durch sehr große Mengen des Salzes im Verdauungskanal etwa hervorgerufen werden können, wurden dem Hunde in den letzten 10 Tagen täglich Dosen von 5 und 10 g des Salzes verabreicht.

Am 23. November wurden beide Thiere durch Chloroform getödtet und sofort nach dem Tode zerlegt. Bei dem mit Aluminium gefütterten Hunde waren nach-

stehende Veränderungen im Darmkanale zu erkennen. Im Zwölffingerdarme zeigte sich den Längsfalten entsprechend eine schwache streifige Röthung; die Schleimhaut des Dünndarmes war im oberen Dritttheil schwach diffus geröthet; zwischen dem zweiten und dritten Dritttheil fand sich eine ziemlich stark geröthete, etwas aufgelockerte Schleimhaut mit schleimiger, blutig gefärbter Auflagerung; die Peyer'schen Plaques waren unversehrt. Im Uebrigen war die Schleimhaut des Schlundes, des Magens und des Darmes von normaler Beschaffenheit; auch sonst war der Befund ein vollständig normaler ebenso wie bei dem Kontrolthier. Das Unterhautzellgewebe war sogar in einem stärkeren Maße entwickelt als bei dem letztern.

Die Reizerscheinungen, welche im unteren Theil des Dünndarmes des Versuchsthieres aufgefunden worden sind, müssen als eine Wirkung des Aluminiumsalzes aufgefaßt werden. Daß sie gerade in diesem Theil des Verdauungskanals aufgetreten sind, dürfte mit der alkalischen Reaktion des Darmsaftes an jener Stelle in Verbindung zu bringen sein, welche die Lösung des Salzes begünstigte. Dieselben sind ganz ähnlich den Beobachtungen, welche nach der Darreichung von großen Dosen der oben erwähnten Metalle bezw. deren Salze im Verlaufe des Darmkanals gemacht worden sind, nur mit dem Unterschiede, daß je nach der Löslichkeit derselben in saurer oder alkalischer Flüssigkeit die Wirkung schon im Magen bezw. erst nach dem Verlassen desselben auftritt, wie dies beispielsweise bei den Kupferverbindungen der Fall ist.

Da der Versuchshund auch in den letzten Tagen vor seinem Ende keine Veränderungen seiner Munterkeit und Freßlust gezeigt hatte, da namentlich die letzten Ausleerungen keine auffällige Beschaffenheit gegen die früheren dargeboten hatten, so ist anzunehmen, daß die beschriebenen Reizerscheinungen im Darme durch die hohen Dosen (10 g) der letzten Tage hervorgerufen worden sind. Dieselben können indeß von besonderer Bedeutung nicht gewesen sein, da sie das Wohlbefinden des Thieres und dessen Ernährung nicht gestört hatten. Der Hund hatte sogar unter diesen Verhältnissen in den letzten Tagen an Gewicht zugenommen.

Es wurden fernerhin noch 2 Versuche an Menschen gemacht. Allerdings wurde hierbei die Zusammensetzung der eingenommenen Nahrung und die Ausnützung derselben im Körper nicht berücksichtigt, immerhin sind dieselben geeignet, zur Ergänzung der Thierversuche herangezogen zu werden. Zwei Aerzte, 26 und 35 Jahre alt, gesund und von kräftiger Körperbeschaffenheit, nahmen in der Zeit vom 23. Februar bis 26. März mit Ausnahme des 6., 13. und 20. März, an welchen Tagen zur Kontrole eine Pause gemacht wurde, täglich Vormittags 11 Uhr 1 g weinsaures Aluminium mit dem zweiten Frühstück. Das Salz enthielt 8,1 % Aluminium. Es löste sich in angewärmtem Wasser sehr leicht und ebenso bei Zimmerwärme in schwach mit Salzsäure angesäuertem oder schwach alkalisch gemachtem Wasser. Der Geschmack des Pulvers war säuerlich und schwach zusammenziehend, an Alaun erinnernd.

Die beiden Personen beobachteten sowohl gleich nach dem Einnehmen des Salzes wie auch im Verlaufe der sämmtlichen Tage nicht die geringste Störung des Appetits oder des Wohlbefindens. Unabhängig wurde von beiden eine geringgradige Verzögerung des Stuhlganges bemerkt, welche sich weniger durch eine zeitliche Verschiebung der Darmentleerungen, als durch ein Festerwerden derselben äußerte. Die Erscheinung

wird mit Rücksicht auf die abführende Wirkung, welche der Weinsäure als Arzneimittel zukommt, nur auf das Aluminium zu beziehen sein. Umgekehrt wird ein größerer Durst, welchen der jüngere Arzt an den Versuchtagen wahrgenommen hat, mit den Mengen der Weinsäure in ursächlichem Zusammenhang stehen, welche mit 65,4% in dem Salze vertreten war. Es stellte sich bei ihm an den Tagen, an welchen weinsaures Aluminium genommen wurde, regelmäßig entgegen seinen sonstigen Beobachtungen Nachmittags gegen 5 Uhr Durst ein. Die durchschnittliche Flüssigkeitsmenge, welche an solchen Tagen getrunken worden ist, betrug 2¼ Liter. Die Wahrnehmung des Durstgefühls konnte von der anderen Person nicht gemacht werden.

Die beschriebenen Erscheinungen verschwanden jedesmal an den Tagen, an welchen mit der Einverleibung des Salzes ausgesetzt worden ist und traten auch nach Beendigung der Versuche nie wieder auf. Auch weiterhin hatten diese 30 g Salz keinerlei Störung der Ernährung oder des Wohlbefindens im Gefolge.

Die beiden Salze, das basisch-essigsaure wie das weinsaure Aluminium, hatten demgemäß übereinstimmend in den mitgetheilten Versuchen eine Einwirkung auf die Darmschleimhaut ausgeübt. Diese äußerte sich bei den höchsten Dosen, welche dem Hunde gegeben wurden, in Form von Störungen der Blutcirkulation in der Darmschleimhaut; bei den beiden Menschen trat nur eine vorübergehende Stuhlverzögerung auf. Den Aluminiumsalzen wohnt eine schwach zusammenziehende Eigenschaft inne, jedoch ist dieselbe bei der Verwendung des Metalls zu Trink- und Kochgeschirren von keinem Belang. Die Mengen des Salzes, welche bei dem Hunde nachtheilige Folgen hatten, betrugen auf 1 kg Lebensgewicht 78,7—157,4 mg Aluminium in 1 Tage. Die geringeren Dosen wurden ohne jeden Nachtheil vertragen. Bei dem gedachten Gebrauche wird sich eine solche Menge von Aluminiumverbindungen durch die in den Speisen und Getränken vorhandenen Säuren nicht bilden, auch ist nicht anzunehmen, daß durch andere chemische und elektrolytische Vorgänge soviel Metall im Verlaufe von 24 Stunden in Lösung geht. Es ist noch zu berücksichtigen, daß bei unseren Versuchen die Aluminiumsalze in der konzentrirtesten Form, als Pulver, und die für 1 Tag bestimmte Dosis auch einmal dem Darmkanal einverleibt worden ist. Nur hierdurch ist das Zustandekommen der oben beschriebenen Wirkung zu erklären, welche voraussichtlich nicht eingetreten wäre, wenn das Aluminiumsalz durch Speisen und Getränke verdünnt im Verlaufe eines Tages genommen worden wäre.

Im Widerspruch mit diesen Erfahrungen steht eine Beobachtung, welche im Jahresbericht der Nahrungsmittel-Untersuchungsstation in Nürnberg für 1891 mitgetheilt worden ist. Eine Aluminiumfeldflasche gelangte dort zur Untersuchung, weil der Eigenthümer nach Genuß eines in derselben aufbewahrten Kognaks erkrankt war. „Die Innenseite der Flasche wies etwa erbsengroße, braunschwarze halbkugliche Flecken auf, welche den Eindruck machten, als ob dieselben Verdampfungsrückstände der im Kognak gelöst gewesenen Substanzen darstellten. Die Untersuchung derselben ergab, daß sie Aluminium und Eisen in relativ großen Mengen enthielten. Die Kognakprobe war stark braun gefärbt und von saurer Reaktion; 100 ccm derselben verbrauchten 6,5 ccm $^1/_{10}$ Normalalkali zur Neutralisation, entsprechend 0,0390 g Essigsäure und hinterließen beim Verdampfen auf dem Wasserbade 1,18 g nicht flüchtige Bestandtheile, welche vor-

wiegend aus Zucker bestanden. Nach Zerstörung der organischen Substanz ließ sich in dem Rückstand ein Metall in Spuren nachweisen, das höchstwahrscheinlich Zinn war, außerdem Aluminium und Eisen, welche Metalle durch Vermittelung der freien Säure und des Zuckers im Kognak gelöst wurden."

Der bei unseren Schüttelversuchen (vergl. S. 384) verwendete Kognak hatte genau denselben Säuregehalt; ohne Rücksicht auf die Reinheit des Aluminiums betrug die größte Gewichtsdifferenz der Becher nach 3stündiger Einwirkung 1,5 mg. Auf 24 Stunden berechnet würden 12 mg in dem Kognak übergegangen sein.

Nähere Angaben über die Art der Krankheitserscheinungen fehlen im Nürnberger Falle. Auf das nur in Spuren vorhandene Zinn wird man dieselben nicht beziehen können. Will man nicht eine gesundheitsschädliche Beschaffenheit des Kognaks annehmen, ehe derselbe mit dem Aluminium in Berührung kam, so kann man in der That die Erkrankung nur auf das Aluminium beziehen. Selbst wenn man die bei unseren Menschenversuchen beobachtete Veränderung des Stuhlganges als eine Störung des Wohlbefindens betrachten wollte, wäre ein ungefähr 7tägiges Schütteln (Vergl. Versuche mit Kognak S. 384) des Kognaks in der Aluminiumfeldflasche nothwendig gewesen, um annähernd die Gewichtsmenge Aluminium aufzunehmen, welche von den beiden Versuchspersonen im Verlaufe von 30 Tagen täglich genommen worden ist. Aber auch dann wären im ungünstigsten Falle nur 0,29 mg Aluminium in 100 ccm Kognak (vergl. Tabelle 3) gewesen. Daß solche Mengen von Kognak auf einmal oder wiederholt im Tage genossen werden, dürfte zu den Seltenheiten gehören. Es erscheint hiernach bedenklich, die in Nürnberg beobachtete Erkrankung mit der Menge des gelösten Aluminiums in Verbindung zu bringen.

Durch die oben geschilderten Fütterungsversuche hatte sich nicht erweisen lassen, daß das Aluminium wirklich in den Säftestrom übergegangen war. Bei weiteren Thierversuchen wurde behufs sicherer Hinderung einer Ausscheidung durch den Darm zu Einspritzungen in die Bauchhöhle übergegangen. Eine bestimmte Gewichtsmenge von Aluminium wurde in einer gemessenen Menge Natronlauge von bekanntem Gehalte gelöst; hierauf wurde die Flüssigkeit verdünnt und eine der Natronlauge entsprechende Menge Salzsäure zugesetzt. Durch Auswaschung bei gewöhnlicher Temperatur wurde das entstandene Kochsalz zum größten Theil entfernt. Das frisch gefällte Aluminiumhydroxyd wurde einigen Kaninchen in die Bauchhöhle gespritzt. In der Form von Hydroxyd erhielt metallisches Aluminium:

Kaninchen Nr.	Aluminium mg	Gewicht des Thieres g	Auf 1 kg Thier entfallen mg Aluminium
I	125	2000	62,5
II	250	2100	119,1
III	500*	2290	218,3
IV	1000*	2300	434,8

*) Die Zahl ist um einen kleinen Bruchtheil zu hoch, da durch das öftere Füllen der Spritze etwas Aluminiumhydroxyd verloren ging, dessen weitere Verwendung aus Gründen der Aseptik nicht angängig war.

Nachdem die Thiere die mechanische Einwirkung der Einspritzung von so großen Flüssigkeitsmengen in die Bauchhöhle, welche namentlich in den letzten beiden Fällen in Folge der voluminösen Form des Aluminiumhydroxyds recht beträchtlich waren, überwunden hatten, kehrte am folgenden Morgen die Lust zum Fressen zurück und erreichte nach mehreren Tagen wieder ihre normale Höhe. Es waren keinerlei Erscheinungen an den Thieren zu beobachten, welche zu einer Metallvergiftung in Beziehung gebracht werden konnten.

Am 8. Tage ging das Kaninchen Nr. I, bei welchem schon vor der Einspritzung Rasselgeräusche auf der Lunge festgestellt worden waren, an einer rechtsseitigen eiterigen Rippenfellentzündung zu Grunde, die auf den Herzbeutel und auf das Bauchfell der Leberoberfläche und einzelner Darmtheile übergegriffen hatte. Im Eiter fand sich eine Stäbchenart in großer Menge. Das Thier Nr. IV magerte ab und wurde am 20. Tage todt im Stalle aufgefunden. Bei der Zerlegung desselben fanden sich in der Bauchmuskulatur zwei haselnußgroße, weiß gelbliche Knoten mit krümlichen, käsigem Inhalte. Das Bauchfell zeigt an verschiedenen Stellen, namentlich an der Leberoberfläche und den Gedärmen zottige und schwartige derbe Auflagerungen. Das Gewebe der Lungen, des Herzens, der Leber, der Milz war von normaler Beschaffenheit, insbesondere waren an den Nieren im mikroskopischen Bilde krankhafte Veränderungen nicht zu erkennen. In Ausstrichpräparaten der Nieren, der Auflagerungen und des Bauchfellsaftes fanden sich keine Bakterien. Am gleichen Tage wurden die übrigen Thiere (Nr. II und III), welche bei normaler Freßlust und gutem Ernährungszustande vollkommen munter geblieben waren, durch Chloroform getödtet und demnächst zerlegt. Der Befund war der gleiche wie bei dem Thiere Nr. IV; nur waren die beschriebenen Auflagerungen geringer an Ausdehnung und Größe. Der Magen war in beiden Fällen mit frischem Futter prall angefüllt.

Diese Beobachtungen lehren, daß das Hydroxyd des Aluminiums ebenso wie die übrigen zu den Versuchen verwendeten Verbindungen auf der Schleimhaut eine örtliche Reizung hervorzurufen vermochte, welche bei der größten verwendeten Dosis so beträchtlich war, daß die daraus entstandene Ernährungsstörung (Abmagerung) den Tod eines Thieres (Kaninchen Nr. IV) im Gefolge hatte. Da das Aluminiumhydroxyd nach und nach an seiner Löslichkeit einbüßt, selbst wenn es unter Wasser aufbewahrt wird, so muß man annehmen, daß es nicht schnell aufgesaugt worden war, sondern längere Zeit auf dem Bauchfell liegen geblieben war und dadurch in stärkerem Maße reizend gewirkt hatte. In der That konnte in den in der Bauchmuskulatur befindlichen Knoten und in den Auflagerungen auf dem Bauchfell Aluminium chemisch noch nachgewiesen werden. Ein großer Theil des Metalles ist jedenfalls aufgesaugt worden und damit in den Säftestrom des thierischen Körpers gelangt.

Der Umstand, daß in den Geweben der Organe krankhafte Veränderungen nicht aufzufinden waren; ferner die Beobachtung, daß die Kaninchen Nr. II und III sich normaler Freßlust und eines guten Ernährungszustandes dauernd erfreuten, nachdem sie die erste örtliche Reizung des Aluminiums überstanden hatten, sprechen dafür, daß das dem Säftestrom einverleibte Aluminium eine giftige Wirkung nicht geäußert hatte.

Bei den Mengen von Aluminium, welche wir mit den Speisen und Getränken in

uns aufnehmen, ist eine reizende Wirkung auf die Schleimhaut des Verdauungskanals nicht zu erwarten; umsoweniger als die Aluminiumverbindungen in Folge der Darmbewegung immer nur eine verhältnißmäßig kurze Zeit je an einer Stelle ihre Wirkung äußern könnten.

Schlußfolgerungen.

Faßt man den Inhalt der vorstehenden Abhandlung kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

I. Das Aluminium wird innerhalb der für Eß-, Trink- und Kochgeschirre im Allgemeinen in Betracht kommenden Zeit durch saure und alkalische Flüssigkeiten, sowie Salzlösungen angegriffen und zwar bei Zimmerwärme in verhältnißmäßig geringem Grade. Bei Siedehitze ist die Löslichkeit sehr verschieden und erreicht in manchen Fällen eine beträchtliche Größe.

II. Die Angreifbarkeit der Geschirre wird mit der Zeit in Folge von Veränderungen der Oberfläche des Metalls häufig geringer (Vergl. S. 394).

III. Mit der Reinigung ist je nach der Art derselben stets ein verhältnißmäßig bedeutender Materialverlust verbunden.

IV. Eine Schädigung der Gesundheit durch den Genuß von Speisen oder Getränken, welche in Aluminiumgeschirr gekocht oder aufbewahrt worden sind, ist bei den hierbei gewöhnlich in Betracht kommenden Verhältnissen nicht zu erwarten.

Buttersack, Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniss der Kresole.

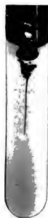


Fig. 1.

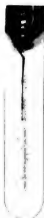


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 1. Milzbrandkultur: Hygien. Institut (nat. Gr.)
" 2. " " Breslau "
" 3. " " Hettstädt "
" 4. " " Kaiserl. Gesundheitsamt (nat. Gr.)
" 5. " " Freiberg (nat. Gr.)
" 6. " " Tuttlingen "
" 7. " " Tübingen "

Fig. 8. Sterile Glasschleife (nat. Gr.)
" 9. Glasschleife mit Milzbrand (nat. Gr.)

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Buttersack, Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniss der Kresole.

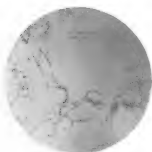


Fig. 10

Fig. 11.

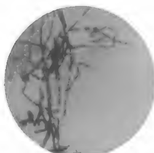


Fig. 12

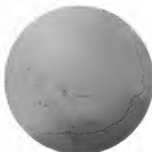


Fig. 13

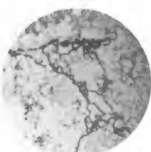


Fig. 14

Fig. 10 und 11. Körnerbildung im Milzbrandbazillus (vergr. 750 mal).
„ 12. Starre Milzbrandketten aus sich theilenden Segmenten bestehend. „

Fig. 13. Körnerbildung im Typhus (vergr. 750 mal)
„ 14. Körnerbildung in Streptokokken „

Verlag von Julius Springer in Berlin.

W. Ohlmüller u. R. Heise, Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Aluminiums u. s. w.

Fig. 1
Vergrösserung 1 : 2.

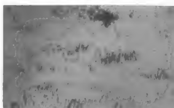


Fig. 2
Vergrösserung 1 : 2.

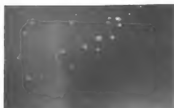


Fig. 3
Natürliche Grösse.

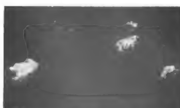


Fig. 4.
Vergrösserung 1 : 3.

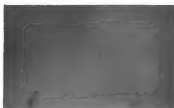


Fig. 5
Vergrösserung 1 : 2

Fig. 6.
Natürliche Grösse

Verlag von Julius Springer in Berlin

Sammlung von Gutachten über Flußverunreinigung.

(Fortsetzung.)

VIII. Weiteres Gutachten,*) betreffend die Wasserversorgung der Stadt Magdeburg.

Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller.

Hierzu ein Diagramm (Tafel XI).

Auf Veranlassung der Königlichen Preußischen Herren Ressortminister wurde das Kaiserliche Gesundheitsamt von dem Herrn Staatssekretär des Innern durch Erlaß vom 8. Juli 1891 beauftragt, sich nochmals darüber gutachtlich zu äußern, ob das Wasser der Elbe bei Magdeburg gesundheitsschädliche Bestandtheile in so erheblichem Maße enthält, daß es sich zur Verwendung als Trinkwasser nicht mehr eignet.

In dem früheren unter dem 31. März 1890 erstatteten Gutachten konnte diese Frage auf Grund der damaligen Untersuchungsergebnisse und Erhebungen zwar verneint werden; jedoch wurde betont, daß das Trinkwasser als ein „gutes" nicht zu bezeichnen sei. Für eine wiederholte Beurtheilung desselben war in erster Linie der Grund maßgebend, daß es bei der Wichtigkeit der Angelegenheit wünschenswerth erschien, die früheren Resultate durch eine erneute Untersuchung zu bestätigen; anderseits lag die Möglichkeit vor, daß schon nach Verlauf kurzer Zeit das Wasser der in Frage kommenden beiden Flüsse, der Elbe und der Saale, Veränderungen erlitte, welche auf die Zusammensetzung des Magdeburger Trinkwassers von Einfluß sein könnten.

Von letzterem Gesichtspunkte ausgehend mußte zunächst angestrebt werden, Aufschlüsse über die chemische Zusammensetzung und den Bakteriengehalt des Wassers der beiden Flüsse zu gewinnen, welche sich mit den früheren Ergebnissen in Vergleich stellen ließen. Die Entnahme der Wasserproben wurde deshalb an den gleichen Stellen wie früher ausgeführt und geschah, um den etwaigen Einfluß der Zuckerfabriken zu berück-

*) Vgl. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. VI S. 319.

sichtigen, vor und während der Thätigkeit derselben am 18. August bezw. 10. November des vergangenen Jahres.

Gelegentlich der Probenentnahmen wurde ermittelt, daß auf der Flußstrecke zwischen Barby und dem Magdeburger Wasserwerk seit der Erstattung des ersten Gutachtens neue verunreinigende Zuflüsse zur Elbe seitens der anliegenden Ortschaften oder Fabriken nicht entstanden sind. Die Zuckerfabrik in Barby, welche früher ihre Abwässer nach dem Verfahren von Müller-Nahnsen gereinigt hatte, sucht dies jetzt durch Berieselung zu erzielen. Zur Zeit der letzten Besichtigung (10. November) war allerdings die Rieselfläche noch nicht in dem Maße zugerichtet, daß man den Rieselbetrieb als einen geordneten und allen Anforderungen entsprechenden bezeichnen konnte; es steht jedoch zu erwarten, daß dies der Fall sein wird, sobald die in Aussicht genommene Planirung des verwendeten Ackerlandes durchgeführt sein wird.

Abweichend von den Beobachtungen im Juni und Oktober 1889 fiel die Verunreinigung des Dessauer Landgrabens (auch Taubengraben genannt), welcher sich ungefähr 1,5 km oberhalb der Vereinigung der Elbe und Saale in letztere ergießt, auf. Am 18. August v. J. war die Beschaffenheit des Wassers im Landgraben augenscheinlich eine schlechtere als die des Flußwassers; es war dunkler und schmutziger, und auf der Oberfläche schwammen mehrere handgroße, schwarze Fladen. Am 10. November desselben Jahres machte sich bei südlicher Windrichtung auf ungefähr einem halben Kilometer hin ein sehr übler Geruch bemerkbar; unterhalb der Einmündungsstelle des Grabens war die Saale bis zu einem Drittheil ihrer Breite und in einer Länge von beiläufig 30 m stromabwärts grauweißlich gefärbt.

Im städtischen Wasserwerke sind, seit der Erstattung des ersten Gutachtens, Veränderungen nicht vorgenommen worden, insbesondere waren die inzwischen aufgefundenen Undichtigkeiten des Kanals, welcher im Anschluß an ein eisernes Rohr die Verbindung zwischen dem Ablauf von den Filtern und dem Reinwasserbrunnen herstellt, zur Zeit der letzten Probenentnahme noch nicht beseitigt. Die Möglichkeit der Verunreinigung des filtrirten Wassers durch das Grundwasser war also noch vorhanden.

Die geschöpften Proben wurden gleich am Tage der Entnahme in Magdeburg zur Bestimmung des Bakteriengehaltes des Wassers benutzt; die chemische Prüfung wurde in der hygienischen Abtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts von dem technischen Hülfsarbeiter Dr. Heyroth ausgeführt. Die Ergebnisse derselben sind in der Anlage 1 und 2 mitgetheilt; sie beziehen sich auf das durch Absetzen von suspendirten Theilen befreite Wasser.

Betrachtet man die Zusammensetzung der Wasserproben mit Bezug auf die Oertlichkeiten, an welchen sie entnommen worden sind, so ergiebt sich im Allgemeinen das gleiche Bild wie bei den Untersuchungen im Jahre 1889. Das Gewicht des bei 110° C. getrockneten Rückstandes betrug für 1 l Saalewasser vor der Vereinigung dieses Flusses mit der Elbe am 18. August 2409,0—2412,5 (am 10. November 2754,0—2831,0) mg, hiervon waren 186,5—192,5 (261,6—268,0) mg verbrennbare Substanz. Den größten Theil der anorganischen Stoffe bildete das Chlor mit 1087,5—1125,0 (1290,0—1315,0) mg, dann folgte die Schwefelsäure mit 202,3—224,1 (256,4—280,3) mg, der Kalk mit 165,2 bis 172,9 (189,7) mg und schließlich die Magnesia mit 87,3—89,5 (97,8—98,1) mg.

Dagegen hatte das Wasser der Elbe oberhalb der Einmündungsstelle der Saale eine geringere Menge von Rückstand am 18. August 151,5—159,0 (am 10. November 173,0—184,0) mg mit den Glühverlustgewichten von 50,0—56,5 (53,5—62,5) mg. Hier stand nicht der Chlorgehalt in erster Linie, sondern die Schwefelsäure; dieselbe betrug am 16. August in der Nähe des linken Ufers 148,3 mg, in der Mitte des Flusses 32,5 und am linken Ufer 40,2 mg. Eine Erklärung für den auffallend hohen Schwefelsäuregehalt des Wassers am linken Ufer ließ sich nicht finden, Fehler in der Analyse konnten mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Am 10. November wurden an den gleichen Stellen nur 40,2 bezw. 44,7 und 40,2 mg Schwefelsäure ermittelt; mithin darf man annehmen, daß bei der Entnahme der Probe vom linken Ufer im August ein ungünstiger Zufall im Spiele gewesen ist. Auch die Mengen des Kalkes stehen hinter denen des Saalewassers weit zurück; am linken Ufer und der Mitte des Flusses waren sie mit 29,7 (18,6 und 23,5) mg, am rechten Ufer mit 21,9 (26,04) mg vertreten. Der größte Unterschied zwischen beiden Flußwässern trat bei dem Chlor zu Tage, von welchem an den drei Entnahmestellen in der Elbe 11,0, 10,0 und 12,0 (10. November: 16,5, 15,0 und 14,5) mg nachgewiesen wurden. Die Magnesia, von welcher am erstgenannten Untersuchungstage (18. August) an den bezeichneten Punkten nur geringe Mengen aufgefunden wurden, bewegte sich bei den zuletzt geschöpften Proben zwischen 12,1—13,5 mg. Es kommt noch hinzu, daß am 10. November das Wasser der Saale eine höhere Oxydationsgröße (6,04—6,7 mg Sauerstoff), als das der Elbe (5,4—5,5 mg Sauerstoff) aufwies und selbst der Umstand, daß dies Verhältniß am 18. August ein umgekehrtes war (4,01—4,3 bezw. 5,5—5,9 mg Sauerstoff) ändert nichts an der Thatsache, daß das Saalewasser in chemischer Beziehung bedeutend stärker verunreinigt war, als das der Elbe. Die Saale mündet auf der linken Uferseite in die Elbe; die Verschiedenheit der Zusammensetzung ihres Wassers gegenüber dem der Elbe ist eine so bedeutende, daß der Hauptfluß an der Einmündungsstelle seines Nebenflusses das Gepräge des letzteren annimmt und dieses auf eine längere Wegstrecke hin beibehält, während auf der rechten Flußseite der Charakter des Elbewassers vorwiegt.

An der 100 m oberhalb des Schloßpegels von Barby, also noch nicht weit von der Einmündung der Saale belegenen Entnahmestelle nahm auf der linken Flußseite der Elbe ebenso wie bei dem Saalewasser, das Chlor die erste Stelle ein. Es fanden sich daselbst im Liter 370 (10. November 486) mg Chlor. Das Gleiche gilt auch in absteigender Reihe für die Schwefelsäure, den Kalk und die Magnesia, welche in Mengen von 172,3 (144,2) bezw. 79,9 (81,8) und 41,7 (30,3) mg vorhanden waren. Am rechten Ufer dagegen waren diese Bestandtheile in annähernd den gleichen Mengen und Verhältnissen vertreten wie in dem Wasser der Elbe vor ihrer Vereinigung mit der Saale; es wurden 11 (16,5) mg Chlor, 36,7 (24,7?) mg Schwefelsäure, 37,1 (29,8) mg Kalk und 15,7 (10,5) mg Magnesia ermittelt. Das gleiche Bild spiegelte sich in den Rückstandsmengen und Glühverlusten wieder; während erstere auf der linken Seite 910,5 (1116,0) mg, letztere 103,0 (122,5) mg ausmachten, erreichten sie auf der rechten Seite nur die Höhe von 155,5 (165,0) bezw. 50,5 (55,0) mg. Auch in den Oxydationsgrößen kommt die ungleichmäßige Vermischung der beiden Flußwässer zum Ausdruck: am 18. August wies das Wasser der Saale eine geringere Oxydirbarkeit auf als das der Elbe: dem entsprechend hatte das Wasser der vereinigten Flüsse auch auf der linken, der Saaleseite

eine niedrigere (5,4 mg) Oxydirbarkeit als auf der rechten, der Elbseite (6,2). Am 10. November kehrte sich dieses Verhältniß um; das Saalewasser trat mit einer höheren Oxydirbarkeit zu dem der Elbe und demgemäß war auch nach der Vereinigung der Flüsse diese Größe auf der linken Seite etwas bedeutender als der rechten, 5,7 bezw. 5,6 mg. Der Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen ist allerdings ein geringer; er verdient jedoch der Erwähnung in Hinblick darauf, daß ohnehin die Gewichtsmengen des zur Oxydation der organischen Masse verbrauchten Sauerstoffes sehr niedrige Werthe darstellen gegenüber den fast ermittelten anorganischen Bestandtheilen des Wassers, bei welch' letzterem die Unterschiede deutlicher hervortreten.

Nachdem die vereinigten Flußwässer in der Elbe einen Weg von 2 km zurückgelegt hatten, ließ die chemische Untersuchung bereits den Beginn einer Vermischung der beiden Wasserarten erkennen.

Im Vergleiche mit der flußaufwärts liegenden Entnahmestelle hatte das Wasser 100 m oberhalb der Bahnbrücke bei Barby an der linken Flußseite seinen Chlorgehalt von 370 auf 362 (10. November 486 auf 460) mg herabgemindert, und war die Schwefelsäure von 172,3 auf 148,2 (144,2 auf 116,4) mg und die Magnesia von 41,7 auf 29,7 (von 30,3 auf 28,7) mg gesunken. Die Kalkmengen hatten sich am ersten Entnahmetage wie 79,9 zu 72,7 verhalten, am zweiten zeigten sie keine Abweichungen im Gewichte: 81,8 mg. Andererseits waren auf derselben Flußseite Rückstand und Glühverlust von 910,5 auf 913,5 bezw. von 103,0 auf 118,0 (10. November von 1116,0 auf 1132,5 bezw. von 122,5 auf 136,5) mg angestiegen. Zunächst möchte man vermuthen, daß diese geringe Steigerung mit der Einleitung von Abwässern aus Barby im Zusammenhange stand. Diese Annahme wird jedoch hinfällig durch die Beobachtung, daß die Rückstands- und Glühverlust-Mengen auf dem jenseits der Stadt gelegenen Ufer eine noch größere Zunahme erfahren hatten: ersterer hatte dort sein Gewicht von 155,5 auf 252,5 (von 165,0 auf 225,0) mg, letzterer von 50,5 auf 110,5 (von 55,0 auf 88,5) mg vermehrt. Zudem erscheint die Menge der 5471 Einwohner zählenden Stadt Barby (nach der Volkszählung vom 1. Dezember 1890) im Verhältniß zur Breite und Wassermasse des Stromes zu klein, um selbst eine geringe Veränderung des Flußwassers zu erklären. Es müssen vielmehr andere Ursachen, deren Ermittelung weder durch die chemische Untersuchung des Wassers, noch durch die Prüfung der örtlichen Verhältnisse gelang, diesen Umstand hervorgerufen haben, zumal ein Zufall im Hinblick auf den ähnlichen Befund bei den früheren beiden Untersuchungen ausgeschlossen zu sein scheint. Die Oxydationsgrößen waren links von 5,4 auf 5,2 (10. November von 5,7 zu 5,6) mg, rechts von 6,2 zu 5,7 mg gesunken (10. November je 5,6).

Wenn nach Vorstehendem am linken Ufer oberhalb der Bahnbrücke bei Barby die Zahlen für Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Magnesia (ausgenommen den Kalkgehalt am 10. November) gegenüber der stromaufwärts gelegenen Entnahmestelle gesunken, so zeigte sich am rechten Ufer eine Vermehrung des Chlorgehaltes von 11,0 auf 14,0 (von 16,5 auf 18,5) mg. Schwefelsäure und Kalk waren daselbst am ersten Entnahmetage von 36,7 auf 26,8 bezw. 37,4 auf 29,7 mg herabgesetzt, am zweiten dagegen von 24,7 auf 44,7 bezw. von 29,8 auf 33,5 mg gestiegen, am letztgenannten Tage war auch die Gewichtsmenge der Magnesia von 10,5 auf 13,6 erhöht.

Diese Zahlen ließen zwar auf eine theilweise Vermengung der beiden Flußwasserarten schließen; jedoch trat der Einfluß, welchen sie wechselseitig aufeinander ausübten, erst an den tiefer gelegenen Entnahmestellen, bei Glinde, unterhalb Frohse und in der Höhe des Punktes, an welchem das Magdeburger Wasserwerk sein Wasser aus der Elbe entnimmt, klar zu Tage. An den letztgenannten drei Stellen nahmen am 18. August, an welchem die Strömung in Folge eines höheren Pegelstandes (1,76 m bei Barby) eine größere war, die Mengen der ermittelten Bestandtheile auf der linken Flußseite stetig ab; es sank das Chlor von 340 auf 296 und 282, die Schwefelsäure von 102,7 auf 94,2 und — mit einer kleinen Steigerung an der zuletzt genannten Entnahmestelle — auf 96,3. Die Menge des Kalkes blieb sich mit 72,2 mg bei Glinde und unterhalb Frohse gleich und fiel dann auf 56,7 mg herab. Bei der in Folge des niedereren Pegelstandes (0,74 m bei Barby) geringeren Strömung am 10. November erfuhr auf der gleichen Seite nur das Chlor eine Verminderung von 480 auf 460 und 452 mg; und erlitten die Mengen von Schwefelsäure, Kalk und Magnesia nur unbedeutende Veränderungen ihres Gewichtes. Andererseits mußte auf dem rechten Ufer die rasche Zunahme von Chlor, Schwefelsäure und Kalk, welche mit der einzigen Ausnahme der Schwefelsäuremenge bei Frohse am 18. August eine stetige war, auffallen. Das Chlor stieg von 14,0 auf 52,0 92,0 und 240,0 (10. November von 18,5 auf 109,5, 175,0 und 226,0) mg die Schwefelsäure von 26,8 auf 52,0, 44,7 und 60,4 (von 44,7 auf 60,4, 72,4 und 76,1) mg und schließlich der Kalk von 29,7 auf 33,5, 41,3 und 45,15 mg (von 33,5 auf 40,9, 52,1 mg und blieb dann in gleicher Höhe). Die Gewichtsmengen der Magnesia waren wechselnde.

In den Mengen des gesammten Rückstandes kehrt das gleiche Bild wieder; am 18. August fielen diese auf der linken Flußseite von 871,5 auf 796,5 und 765,0 mg herab. Am 10. November war die Abnahme in Folge der geringeren Strömung nicht so zu beobachten: die Zahlen betrugen 1133,5, 1071,5 und 1151,0 mg. Dagegen war die Zunahme auf der rechten Flußseite an beiden Entnahmetagen eine stetige: die Rückstandsmenge des Wassers oberhalb der Bahnbrücke bei Barby — 252,5 mg (225,0) — stieg an den tiefer gelegenen Entnahmestellen auf 267,5, 471,5 und 506,5 (auf 458,5, 612,5 und 666,5) mg. Die Glühverlustmengen und die Zahlen der Oxydirbarkeit wiesen eine solche Regelmäßigkeit nicht auf.

Zur Beurtheilung des Einflusses des auf der linken Seite in der Nähe von Schönebeck in die Elbe mündenden Soolekanales auf die Zusammensetzung des Flußwassers wurde daselbst je eine Probe unterhalb der Mündungsstelle des Kanales geschöpft. Die Untersuchung lieferte eine Befund, welcher auf eine auffällige Veränderung der Beschaffenheit des Wassers nicht deutet.

Die ungleichmäßige Vermischung der beiden Flußwässer kennzeichnete sich ferner durch die Anzahl der Bakterien, welche in je 1 ccm der Wasserproben ermittelt worden sind. Ebenso wie durch die chemische Prüfung, so erwies sich auch hierdurch das Wasser der Saale in höherem Maße verunreinigt als das der Elbe vor dem Zutritt des ersteren. Die Saale führte in 1 ccm Wasser 11 400—13 550 festwachsende und 270—310 die Gelatine verflüssigende Keime (10. November: 37 150—43 150 bezw. 250 bis 330); dagegen fanden sich in der gleichen Menge Elbwasser nur 1700—2200 Keime

der erstgenannten und 60—130 der zuletzt angeführten (2000—5700 bezw. 40—130). Zufolge dieses Unterschiedes wurde beobachtet, daß in der vereinigten Elbe-Saale der Bakteriengehalt auf der linken Flußseite ein größerer war als auf der rechten, und daß dieser an den tiefer gelegenen Entnahmestellen mit wenigen Ausnahmen links eine Abnahme, rechts eine Zunahme erfuhr. Auf der linken Flußseite wurden oberhalb Barby 4100 (10. November 24 200) festwachsende — und 230 (170) verflüssigende Keime ermittelt; schon unterhalb dieser Stadt fiel die Zahl derselben auf 3800 (16 000) bezw. 160 (160). An der nächsten stromabwärts gelegenen Entnahmestelle, bei Glinde, zeigten sich einige Unregelmäßigkeiten; am ersten Entnahmetage sank die Anzahl der festwachsenden Keime auf 2100, am zweiten stieg sie auf 16 700, umgekehrt hatten sich die verflüssigenden Bakterien am 18. August etwas vermehrt (190) und hatten am 10. November eine Verminderung erfahren (150). Diese Unterschiede sind zu gering, als daß man ihnen einen besonderen Werth beilegen dürfte; einigermaßen von Bedeutung dürfte vielleicht die Vermehrung der festwachsenden Keime sein in der Erwägung, daß diese in der ganzen Flußbreite d. h. auch in der Mitte und der rechten Flußseite stattfand und dieser Umstand mit der Thätigkeit der Zuckerfabrik in Barby zusammentraf, welche allerdings die Einleitung ihrer gereinigten Abwässer an jener Stelle aufgegeben, einen geordneten Rieselbetrieb jedoch zu jener Zeit noch nicht eingeführt hatte.

Der Zufluß des Soolekanals hatte eine Verminderung der festwachsenden und verflüssigenden Keime zur Folge; erstere sanken auf 1800 (12 650), letztere auf 150 (100); unterhalb der Ortschaft Frohse fand sich eine Vermehrung auf 1900 (25 400) bezw. 170 (230), welche man mit der Einleitung der Abwässer von Schönebeck und Frohse in Beziehung bringen darf. In nächster Nähe der Entnahmestelle der Magdeburger Wasserwerke wurden 2250 (21 500) bezw. 130 (130) Keime ermittelt.

Für die rechte Elbseite ergaben sich dagegen folgende Zahlen:

	feste Keime		verflüssigende Keime	
	18. August	10. November	18. August	10. November
Oberhalb Barby . . .	1700	2800	110	100
Unterhalb Barby . . .	1700	1800	80	80
bei Glinde	1450	6450	130	70
Unterhalb Frohse . . .	4950	8200	150	130
Magdeburger Wasserwerk	1650	7150	80	100.

Das Wasser der Elbe gelangt in Magdeburg nicht unmittelbar zum Genuß, vielmehr erst nachdem es filtrirt ist. Für die Beantwortung der Frage, ob das Wasser der Elbe bei Magdeburg aus gesundheitlichem Grunde als Trinkwasser zu beanstanden wäre, ist daher von Wichtigkeit, das Wasser nach der Filtration zu prüfen. Bei guter Anlage und regelrechtem Betriebe des Wasserwerkes müßte die Beschaffenheit des Wassers, nachdem es von den Filtern abgelaufen ist, eine wesentliche Aenderung nicht erfahren. Bei Begutachtung des filtrirten Flußwassers ist deshalb auf spätere Verunreinigungen nicht Rücksicht zu nehmen. Das aus den Filtern ablaufende Wasser hat bei den verschiedenen seit 1889 vom Kaiserlichen Gesundheitsamte angestellten Untersuchungen nachstehende Zusammensetzung gezeigt:

Tag der Entnahme	Rückstand b. 110° C	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Bakterienzählung Reite	Verflüssigende Spaltpilze	Schimmelpilze
	Milligramm im Liter							in 1 ccm		
26. Juni 1889	525,0	172,5	4,1	126	58,2	53,8	14,7	16	6	0
22. Oktober 1889	372,5	100,0	4,0	112	68,3	34,5	—	30	12	1
18. August 1891	855,5	172,0	4,9	318	100,6	68,4	30,8	22	14	1
10. November 1891	1153,5	217,5	6,4	470	112,5	78,1	29,2	1600	39	0

In erster Linie sind auffällig die Resultate der bakteriologischen Prüfungen. Dieselben lieferten in den ersten drei Proben wenig von einander abweichende Zahlen deren geringe Größe eine gute Leistung der Filter des Wasserwerkes bekundete. Dagegen hatte die am 10. November 1891 entnommene Wasserprobe einen Bakterienreichthum, welcher nur in einer Störung des Filterbetriebes (Undichtigkeit 2c.) seine Erklärung finden kann.

Die chemischen Bestandtheile des Wassers haben eine stetige Zunahme erfahren. Nur die am 22. Oktober 1889 entnommene Probe macht eine Ausnahme. Für letztere Thatsache ergiebt sich eine ungezwungene Erklärung in den später zu erwähnenden Wasserstandsverhältnissen.

Geht man den Ursachen der Verunreinigungen des Elbewassers nach, so sind in der Zahl der gewerblichen Betriebe während des ganzen Zeitraumes, wie schon oben mitgetheilt, erhebliche Veränderungen nicht eingetreten. Regelmäßig erleiden sie im Verlaufe eines Jahres eine vorübergehende Schwankung durch die in den Wintermonaten wiederkehrende Thätigkeit der Zuckerfabriken. Der Einfluß der letzteren wird vornehmlich an einer Vermehrung der organischen Substanz zu erkennen sein. Es ist daher anzunehmen, daß die Zunahme der Oxydationsgröße und des Glühverlustgewichtes am 10. November 1891 zum Theil durch diesen Umstand verursacht war. Zu dem entsprechenden Zeitpunkte des Jahres 1889 — am 22. Oktober — kam die gleiche Einwirkung in Folge des hohen Wasserstandes und wohl auch in Folge des Umstandes, daß der volle Betrieb noch nicht bei allen Zuckerfabriken aufgenommen war, nicht zum Ausdruck. Immerhin ist die Zunahme dieser beiden Faktoren (namentlich der Oxydationsgröße) gegenüber den übrigen so geringfügig, daß ihr eine maßgebende Bedeutung nicht beizulegen ist. Die Steigerung der übrigen Bestandtheile muß auf andere Gründe zurückgeführt werden.

Um zu richtigen Ergebnissen zu gelangen, ist es nützlich, vorweg noch die Wassermengen des Elbestromes an den einzelnen Entnahmetagen mit den beobachteten Zahlen der chemischen Bestandtheile in Vergleich zu bringen.

Die Pegelhöhen betrugen:

	bei Barby	in Magdeburg
am 26. Juni 1889 . . .	1,68 m,	1,58 m,
„ 22. Oktober 1889 . .	2,89 „	2,62 „
„ 18. August 1891 . .	1,76 „	1,59 „
„ 10. November 1891 .	0,74 „	1,03 „.

Der hohe Pegelstand am 22. Oktober 1889 giebt zunächst Aufklärung darüber, weshalb an diesem Tage die niedrigsten Mengen bei fast allen Bestandtheilen im Wasser ermittelt wurden. Die starken Niederschläge in den vorhergegangenen Tagen hatten dem Strome zwar aus dem Boden ausgelaugte Stoffe hinzugeführt; im Flußwasser überwog jedoch den Einfluß der Verdünnung. Eine ähnliche Wirkung hätte, wenn auch in geringerem Maße, am 18. August 1891 im Vergleiche mit dem vom 26. Juni 1889 in Folge des höheren Wasserstandes sich bemerkbar machen müssen. Indeß war aber das Gegentheil der Fall; nur die auf organische Verunreinigungen hindeutenden Werthe, der Glühverlust und die Oxydationsgröße waren sich nahezu gleichgeblieben, dagegen hatten sich die anorganischen Bestandtheile bedeutend vermehrt. Namentlich trifft dies für Chlor, Schwefelsäure und Magnesia zu, welche von 126 auf 318, von 58,2 auf 100,6 und von 14,7 auf 30,8 mg angestiegen waren; auch der Kalk hatte sich von 53,8 auf 68,4 mg erhöht. Die Anreicherung des Wassers mit gelösten Stoffen überhaupt kam durch ein Anwachsen des Rückstandes von 525,0 zu 855,5 mg zum Ausdruck. Der 10. November 1891 brachte eine weitere Vermehrung der im Wasser gelösten Bestandtheile, welche man geneigt sein möchte, wenigstens zum Theil mit der verringerten Wassermasse des Flusses (Pegelstand um 0,74 m bei Barby und 1,03 bei Magdeburg) in Verbindung zu bringen.

Weiter ist es von Wichtigkeit zu untersuchen, in welchem Maße die beiden Flüsse Elbe und Saale sich an der stetigen Zunahme der anorganischen Bestandtheile im Trinkwasser betheiligt haben.

Einen Kilometer oberhalb der Vereinigungsstelle der beiden Flüsse waren von den in Frage kommenden Stoffen vorhanden:

Tag der Entnahme	in der Elbe				in der Saale			
	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
	Milligramm im Liter				Milligramm im Liter			
26. Juni 1889	12,0[1])	15,2	23,0	9,2	399,0	160,0	145,9	53,3
22. Oktober 1889 . . .	12,0	54,1	15,4	—	315,0	138,4	80,6	46,1
18. August 1891 . . .	11,5	32,5[2])	25,8	—	1106,2	213,2	169,0	88,1
10. November 1891 . .	15,5	40,2	22,3	12,9	1302,5	268,3	189,7	97,9

Diese Zahlen lassen schon erkennen, daß nicht das ursprüngliche Elbewasser es war, welches die Steigerung des Chlorgehalts und die Veränderungen im Schwefelsäure- und Kalkgehalt verschuldet hat. Der maßgebende Einfluß der Saale ist noch deutlicher an der Zeichnung (auf Tafel XI) zu erkennen, auf welcher nicht nur die Zahlen der Elbe und der Saale vor ihrer Vereinigung, sondern auch weiterhin bei Frohse auf dem linken und rechten Ufer der vereinigten Elbe und Saale, und des filtrirten Magdeburger Trinkwassers für jeden der 4 Entnahmetage in den Jahren 1889 und 1891 verwerthet sind.

[1]) Sämmtliche Zahlen sind Mittelwerthe aus den Ergebnissen des am rechten und linken Ufer geschöpften Wassers; nur die mit [2]) bezeichnete Zahl bezieht sich auf die aus der Mitte des Flusses entnommenen Probe.

Es könnte eingewendet werden, daß die niedrigen Werthe des Elbewassers durch die größere Wassermenge dieses Flusses doch aufgewogen würden. Dieser Einwand fordert dazu auf unter Zugrundlegung der jeweiligen Wassermengen der Elbe und Saale zu berechnen, wie viele Wasser und verunreinigende Bestandtheile jeder der beiden Flüsse in der Sekunde geführt hat.

Die Wassermenge der Elbe läßt sich für die Strecke von der Saalemündung bis nach Frohse nach der Formel

$$Q = 84{,}17 \,.\, (H + 1{,}13)^{1{,}527}$$

berechnen, in welcher Q die in der Sekunde abfließende Wassermenge in cbm, H den Pegelstand bei Barby bedeutet.[1])

Zieht man von der Wassermenge der vereinigten beiden Flüsse (Elbe und Saale) diejenige ab, welche die Saale an dem entsprechenden Tage von ihrer Einmündung geführt hat, so erhält man die jeweilige Wassermasse der Elbe vor Zutritt der Saale.[2])

Hiernach ergiebt sich:

Tag	Pegel bei Barby m	Kubikmeter Wasser in der Sekunde: Elbe nach Vereinigung mit der Saale	Saale	Elbe vor Vereinigung mit der Saale
26. Juni 1889	1,68	408	95	313
22. Oktober 1889 . . .	2,89	704	150	554
18. August 1891 . . .	1,76	426	65	361
10. November 1891 . .	0,74	219	36	183

Rechnet man mit Hülfe dieser Zahlen aus, wieviele kg Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Magnesia jeder der beiden Flüsse in 1 Sekunde geführt haben, so ergiebt sich:

Tag	Elbe vor Zutritt der Saale				Saale vor Einmündung in die Elbe			
	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
26. Juni 1889 . . .	3,756	4,758	7,199	2,980	37,905	15,200	13,850	5,063
22. Oktober 1889 . .	6,648	29,971	8,132	—	47,250	20,760	12,090	6,960
18. August 1891 . .	4,151	11,732	9,314	—	71,903	13,858	10,935	5,746
10. November 1891 .	2,836	7,357	4,031	2,361	46,890	9,659	6,829	3,524

[1]) Die Bestimmung von Normalprofilen für die Elbe bearbeitet von der Königlichen Elbstrom-Bauverwaltung Magdeburg 1885 S. 85, mitgetheilt bei Kraut und Launhardt „der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal.“ 1888. S. 20.

[2]) Die Wassermengen der Saale an den vier Untersuchungstagen wurden dem Kaiserlichen Gesundheitsamte von der Elbstrom-Bauverwaltung zu Magdeburg zur Verfügung gestellt.

Diese Tabelle bestätigt, daß die Gewichtsmengen der vorgenannten Stoffe auch den absoluten Zahlen nach im Saalewasser durchschnittlich größer waren, als in dem der Elbe. Die erheblichsten Unterschiede zeigen sich beim Chlor, hiernach folgen Magnesia und Kalk. Eine Unregelmäßigkeit tritt bei den Zahlen der Schwefelsäure auf, indem am 22. Oktober 1889 in der Elbe mehr Schwefelsäure vorhanden war als in der Saale. Der Unterschied schwächt sich ab, wenn man berücksichtigt, daß die Wassermenge der Elbe, in welcher die gefundene Schwefelsäure vertheilt war, an jenem Tage das $3^2/_3$ fache der Menge des Saalewassers betrug, und daß auch in der Saale am genannten Tage der höchste Gehalt an Schwefelsäure beobachtet wurde und zwar in einer Menge, welche der absoluten Zahl nach nur um 30,7% hinter der in der Elbe gefundenen zurückblieb. Die Thatsache ist bei beiden Flüssen insofern auffällig, als sie zur Zeit der stärksten Verdünnung des Flußwassers auftrat. Vielleicht war das Erdreich der in jener landwirthschaftlich hochentwickelten Gegend stark mit Kalisalzen und anderen schwefelsäurehaltigen Kunstdünger gedüngten Felder und Wiesen durch die großen Regenmengen in höherem Maße ausgelaugt und hatte in den abfließenden Niederschlagswässern davon abgegeben.

Auffallend ist ferner noch die hohe Chlormenge der Saale am 18. August 1891. Auf Grund der Beobachtung von Kraut und Launhardt[1]) (18), daß der Chlorgehalt des Elbwassers im Juli 1886 durch die verstärkte Auspumpung der Schachtlaugen des Werkes von Aschersleben eine Steigerung erfuhr, wurde vermuthet, daß ein ähnlicher Vorgang im August 1891 stattgefunden habe. Diesbezügliche Nachforschungen seitens des Herrn Regierungspräsidenten zu Magdeburg haben für den Bereich dieses Regierungsbezirks zu einem Ergebnisse nicht geführt. Jedoch ist es möglich, daß durch den Mannsfelder Schlüsselstollen der Saale eine größere Chlormenge als durchschnittlich zugeführt worden war; eine Annahme, welche an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn man berücksichtigt, daß seitens der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Bernburg durch fortlaufende Untersuchungen während der Zeit von November 1885 bis Oktober 1886 Schwankungen im Chlorgehalt jener Abwässer von 19 739,0 bis 39 825,0 mg beobachtet worden sind.[2])

Es erübrigt noch zu erforschen, welche Ursachen den außergewöhnlich hohen Gehalt des Saalewassers an Salzen überhaupt bedingen. Derselbe ist oberhalb der Stadt Halle schon ein bedeutender, und namentlich sind es die Chlorverbindungen, welche überwiegen. Kraut hat am 3. November 1889 im Saalewasser oberhalb Halle eine Gesammtchlormenge von 77,6 mg im Liter nachgewiesen[3]). Eine Steigerung erfahren die mineralischen Stoffe durch den Zufluß der Salza, der Schlenze, der Rische, der Fuhne und der Bode. Die Größe der Verunreinigungen, welche die Saale durch diese Nebenflüsse erfährt, ist von Kraut und Launhardt wiederholt durch Untersuchungen festgestellt worden[4]). Insbesondere hat Kraut die stetige Zunahme des Chlorgehalts in den Ab-

[1]) Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1888 S. 13.

[2]) Ebenda S. 31.

[3]) Kraut, Neue Untersuchungen über die Zuflüsse der Saale im Hinblick auf dem Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1890 S. 6 (als Manuskript gedruckt).

[4]) Kraut und Launhardt, der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1888 S. 29 u. ff. und oben erwähnte Schrift S. 7 u. ff.)

wässern des Mannsfelder Schlüsselstollens, welche sich in die Schlenze ergießen, hervorgehoben. Ein Liter derselben enthielt

am 14. August 1884	. . . .	17 755,0 mg	Chlor,
„ 25. Juni 1886	. . . .	23 436,0 „	„
„ 3. November 1889	. . .	52 590,0 „	„

Nach einer in der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Bernburg von Römer ausgeführten Untersuchung enthielt das am Mundloch des Schlüsselstollens bei Friedberg am 12. Dezember 1891 geschöpfte Wasser 60 101 mg Chlor im Liter.

Auf Ersuchen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes hat dessen außerordentliches Mitglied, der Direktor des hygienischen Instituts zu Halle, Professor Dr. Renk, in entgegenkommender Weise am 22. und 23. März 1892 Wasserproben an ihm näher bezeichneten Stellen geschöpft und in seinem Laboratorium untersucht. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 zusammengestellt. Betrachtet man in derselben die Vertheilung von Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Magnesia in der Saale, so läßt sich hieraus die Einwirkung der Zuflüsse auf die Zusammensetzung des Saalewassers erkennen, welche der Fluß auf der Strecke zwischen Salzmünde und Nienburg aufnimmt. Hiernach enthält das Saalewasser bei Salzmünde oberhalb der Einmündung der Salza im Liter auf dem linken Ufer 49,97, auf dem rechten Ufer 53,82 mg Chlor, 94,7 (100,7) mg Schwefelsäure, 70,5 (76,2) mg Kalk und 25,9 (25,9) mg Magnesia. Das Wasser der Salza hatte an ihrer Mündungsstelle im Liter 126,86 mg Chlor, 426,4 mg Schwefelsäure, 223,4 mg Kalk und 79,0 mg Magnesia. In Folge dieses Zuflusses war im Saalewasser bei Friedeburg auf der linken Flußseite, auf welcher die Salza einmündet, der Gehalt der Bestandtheile erhöht: Chlor von 49,97 auf 55,74 mg (rechtes Ufer 53,82 und 53,82 mg), Schwefelsäure von 94,7 auf 108,5 mg (von 100,7 und 105,0 mg), Kalk 70,5 auf 80,3 mg (76,2 und 74,7 mg), Magnesia von 25,9 auf 29,2 mg (25,9 und 25,9 mg).

Bedeutender wurde die Verunreinigung der Saale durch die Einmündung der Schlenze, welche das Wasser des Mannsfelder Schlüsselstollens aufnimmt. Dieser Stollen ist bestimmt, die Grubenwässer aus einigen Schachten der Mannsfelder Bergwerke abzuführen. Sein Wasser enthielt im Liter 65 640,0 mg Chlor, 3780,0 mg Schwefelsäure, 3284,0 mg Kalk und 1742,0 mg Magnesia. Die Folge dieses Zuflusses war, daß im Saalewasser bei Georgsburg die Menge des Chlors von 55,74 auf 768,8 rechtes Ufer 53,82 auf 768,16) mg, die der Schwefelsäure von 108,5 auf 142,6 (105,5 auf 140,4) mg, die des Kalkes von 80,3 auf 114,7 (74,7 auf 99,5) mg und die der Magnesia von 29,2 auf 33,8 (25,9 auf 33,8) mg angestiegen war.

Auf der Strecke zwischen Georgsburg und Bernburg treten zur Saale ein kleiner Bach die Rieschc (auch Gnölbziger Soolequelle genannt) und die Wipper. Letzterer Fluß führt ein Wasser, das ärmer an den genannten Bestandtheilen ist als das der Saale oberhalb Salzmünde. Es waren im Liter 21,14 mg Chlor, 52,7 mg Schwefelsäure, 41,0 mg Kalk und 19,1 mg Magnesia vorhanden. Dagegen war das Wasser der Riesche sehr reich an Salzen, wie schon die landesübliche Bezeichnung „Soolequelle" vermuthen ließ. Dasselbe enthielt im Liter 20 470,0 mg Chlor, 1349,0 mg Schwefelsäure, 6088,0 mg Kalk und 654,5 mg Magnesia.

Die hierdurch bedingte Anreicherung des Saalewassers kam dadurch zum Ausdruck, daß gegenüber der höher gelegenen Entnahmestelle in der Saale bei Bernburg die Menge des Chlors von 768,8 auf 864,9 (rechtes Ufer: 768,8 auf 864,9) mg angestiegen war, dagegen hatte eine Abnahme erfahren die der Schwefelsäure von 142,6 zu 135,4 (rechtes Ufer: 140,4 zu 131,9) mg. Der Kalkgehalt war auf der linken Flußseite von 114,7 auf 104,0 gefallen, auf der rechten hatte er die geringe Zunahme 99,5 auf 105,4 mg erfahren. Die Zahlen der Magnesia hatten sich fast gar nicht verändert. Demnach scheinen die Wassermengen der Wipper ausgereicht zu haben, um die durch die Rische zugeführten Mengen von Schwefelsäure, Kalk und Magnesia durch Verdünnung einigermaßen auszugleichen, nicht aber beim Chlor.

Geringer war die Veränderung des Flußwassers in Folge der Einmündung der Fuhne, obwohl dieser Fluß im Liter 117,24 mg Chlor, 153,4 mg Schwefelsäure, 138,3 mg Kalk und 49,0 mg Magnesia führte. Bei Nienburg war der Gehalt des Saalewassers an Chlor noch der gleiche 864,9 (864,9) mg, der der Schwefelsäure des Kalkes und der Magnesia war um Weniges von 135,4 auf 137,1 (131,9 auf 135,8) mg bezw. 104,0 auf 119,8 (105,4 auf 122,0) mg und 34,0 auf 35,1 (von 33,5 auf 35,1) mg gestiegen.

Aus dieser Darlegung geht hervor, daß es in erster Linie der Mannfelder Schlüsselstollen, in zweiter die Rische und in dritter die Salza ist, welche für die Veränderung der Zusammensetzung des Saalewassers auf der Strecke zwischen Salzmünde und Nienburg in Betracht kommen. Man gewinnt einen Einblick in die Größen der Verunreinigungen, welche die Saale durch diese salzhaltigen Zuflüsse erfährt, wenn man die absoluten Mengen von Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Magnesia, welche dieselben in 1 Sekunde dem Flusse zuführen, mit denen vergleicht, welche letzterer nach seiner Einmündungsstelle in die Elbe an den einzelnen Untersuchungstagen aufwies. Zu einem solchen Vergleich wäre es allerdings namentlich im Hinblick auf die stetige Zunahme der genannten Stoffe im Schlüsselstollenwasser wünschenswerth gewesen, Zahlenwerthe zu besitzen, welche sich auf gleichzeitige Untersuchungen von Saale- und Elbewasser beziehen. Leider waren solche nicht zu erlangen. Jedoch sind die Fehlerquellen nicht so groß, daß sie das Gesammtbild unkenntlich machen könnten, wie insbesondere auch ein Vergleich einer früher von Kraut am 3. November 1889 ausgeführten Analyse des Mannsfelder Schlüsselstollenwassers mit den von Renk unter dem 22. und 23. März 1892 ermittelten Ergebnissen zeigen wird.

Die Wassermengen des Schlüsselstollens sind von Kraut[1]) auf 0,5774 cbm, die der Rische von Kraut und Launhardt[2]) auf 0,075 cbm in der Sekunde angegeben. Ule[3]) hat ermittelt, daß die Salza, welche den Abfluß des „süßen und salzigen Sees" bildet, in der Sekunde 0,454 cbm führt. Die durchschnittlichen Wassermassen der Wipper und Fuhne ließen sich nicht ermitteln, können aber auch bei der folgenden Berechnung unberücksichtigt bleiben, weil beide Flüßchen auf die Zusammensetzung des Wassers der Saale nur einen geringen Einfluß ausüben. Den oben genannten Quellen der Verun-

---

[1]) Neue Untersuchungen über die Zuflüsse der Saale in Hinblick auf den Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1890 S. 9.

[2]) Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1888 S. 33.

[3]) Die Mannsfelder Seeen. Inauguraldissertation. Halle 1888 S. 31.

reinigung mögen diejenigen gegenüber gestellt werden, welche der Saale weiterhin durch die Abwässer der Kaliwerke in Staßfurt und Umgebung in die Bode entstehen. Kraut hat in seiner Schrift „Welche Bedeutung hat der Zufluß der Effluvien der Chlorkaliumfabriken bei Staßfurt, Aschersleben und Bernburg für den Gebrauch des Elbwassers?“ (S. 4) mitgetheilt, daß bei einer täglichen Verarbeitung von 500 t (à 1000 kg) Rohsalz, die in 1 Sekunde in die Wasserläufe abfließenden Abwässer 0,918 kg Chlor, 0,086 kg Schwefelsäure, 0,531 kg Magnesia enthalten. Nach einer Mittheilung des Gewerberathes in Magdeburg, Regierungsrath Dr. Sprenger, betrug die Gesammtmenge der verarbeiteten Salze, deren Abflüsse in die Bode gelangen,

im Jahre 1889 . . . . . 682 168,957 t
„ „ 1890 . . . . . 691 207,076 „
vom 1. Januar bis 31. Oktober 1891 . . . . . 512 800,795 „
mithin für das ganze Jahr (nach der Gleichung 10 : 512 800,795 = 12 : x) 615 360,454 t.

Das Jahr zu 300 Arbeitstage gerechnet, so entfielen auf den Tag annähernd

im Jahre 1889 . . . . 2274 t
„ „ 1890 . . . . 2304 „
„ „ 1891 . . . . 2051 „

Zum Vergleich soll die ungünstigste Zahl 2304 verwendet werden. Eine hiernach aufgestellte Rechnung ergiebt folgendes:

Herkunft des Wassers	Tag der Entnahme	1 Liter enthielt mg				Wassermenge cbm in 1 Sek.	Es wurden in 1 Sekunde geführt kg			
		Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia		Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
Saale 1 km oberhalb ihrer Einmündung in die Elbe am . . .	26. VI. 89.	399,0	160,0	145,9	53,3	95	37,905	15,200	13,850	5,063
	22. X. 89.	315,0	138,4	80,6	46,4	150	47,250	20,760	12,090	6,960
	18. VIII. 91.	1 106,2	213,9	169,0	88,4	65	71,903	13,858	10,985	5,746
	10. XI. 91.	1 302,5	268,3	189,7	97,9	36	46,890	9,659	6,829	3,524
Salza	22./23. III. 92.	126,85	426,1	223,1	79,6	0,451	0,057	0,193	0,101	0,036
Mannsfelder Schlüsselstollen .	3. XI. 89.	52 590,0	2430,3	1413,2	665,0	0,5771	30,365	1,403	0,816	0,384
	22. 23. III. 92.	65 640,0	3780,0	3284,0	1742,0	0,5774	37,900	2,182	1,896	1,006
Rieſche	22./23. III. 92.	20 470,0	1349,0	6088,0	654,5	0,075	1,535	0,101	0,457	0,049
Durch die tägl. Verarbeitung von 2304 t Rohprodukten in den Kaliwerken entstanden je 1 Sekunde							4,230	0,396	—	2,447

Aus den Zahlen geht hervor, daß der Mannsfelder Schlüsselstollen ganz überwiegend an der Verunreinigung der Saale betheiligt ist, und zwar hauptsächlich durch seine Chlormengen, welche 8—11 mal mehr betrugen, als die nächst größere, aus den Abwässern der Kaliwerke stammende Chlormenge; auch die Schwefelsäuremenge betrug das 3—6fache. Anderseits lieferten die Abwässer aus den Kaliwerken 2—6 mal mehr Magnesia. Die Rieſche machte sich durch ihren höheren Gehalt an Chlor und Kalk bemerkbar.

Die Verhältnisse sind in nachstehender prozentualen Berechnung übersichtlich dargestellt, wobei die Untersuchungsergebnisse des Saalewassers im Jahre 1889 mit den zeitlich nächstliegenden des Schlüsselstollens verglichen sind.

	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
Wassermenge der Saale 95 cbm in 1 Sekunde				
Saale am 26. Juni 1889	100	100	100	100
Salza am 22./23. März 1892	0,15	1	0,75	0,71
Mannsfelder Schlüsselstollen am 3. November 1889	80	9	6	7
Riesche am 22./23. März 1892	4	0,84	3	1
Durch Verarbeitung von 2304 t Rohprodukten in den Kaliwerken entstanden	11	3	—	48
Wassermenge der Saale 150 cbm in 1 Sekunde				
Saale am 22. Oktober 1889	100	100	100	100
Salza am 22./23. März 1892	0,12	0,93	0,65	0,52
Mannsfelder Schlüsselstollen am 3. November 1889	64	7	7	5
Riesche am 22./23. März 1892	3	0,49	4	0,70
Durch Verarbeitung von 2304 t Rohprodukten in den Kaliwerken entstanden	9	2	—	35
Wassermenge der Saale 65 cbm in 1 Sekunde				
Saale am 18. August 1891	100	100	100	100
Salza am 22./23. März 1892	0,08	1	0,94	0,63
Mannsfelder Schlüsselstollen am 22./23. März 1892	53	16	18	17
Riesche am 22./23. März 1892	2	0,74	4	0,35
Durch Verarbeitung von 2304 t Rohprodukten in den Kaliwerken entstanden	6	2	—	42
Wassermenge der Saale 36 cbm in 1 Sekunde				
Saale am 10. November 1891	100	100	100	100
Salza am 22./23. März 1892	0,12	2	1	1
Mannsfelder Schlüsselstollen am 22./23. März 1892	81	17	28	28
Riesche am 22./23. März 1892	3	1	7	1
Durch Verarbeitung von 2304 t Rohprodukten in den Kaliwerken entstanden	9	4	—	69

Es ist schon hervorgehoben worden, daß diese Zahlen aus äußeren Gründen auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch machen können, sie geben nur das Verhältniß der genannten Stoffe im Wasser der Saale gegenüber dem ihrer Zuflüsse annähernd wieder. Es könnte daher gewagt erscheinen, die durch die Zuflüsse im Saalewasser bedingten Zahlen nach Milligrammen zu berechnen. Immerhin bietet die Berechnung Anhaltspunkte, um zu erkennen, wie sich die Zusammensetzung des Saalewassers durch Beseitigung der einen oder anderen Quelle der Verunreinigung gestalten würde. Diese Frage ist sehr wichtig für die Beurtheilung des Magdeburger Trinkwassers, ihre Beantwortung kann direkt auf das letztere bezogen werden, weil das Magdeburger Wasserwerk in Folge seiner Lage und der unvollständigen Vermischung des Wassers der Elbe mit dem der Saale zum größeren Theil mit Wasser, welches aus der Saale stammt, versorgt wird. Es ergiebt sich Folgendes:

Die Saale enthielt im Liter bei der **niedrigsten** diesseits beobachteten Wassermenge von 36 cbm in der Sekunde.

Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
1302,5 mg,	268 mg,	189,7 mg,	97,9 mg

Es würde im Liter Saalewasser eine Verminderung eingetreten sein im Gehalt an

	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
durch den Wegfall der Salza	1,6 mg,	5,4 mg,	2,8 mg,	1,0 mg,
des Mannsfelder Schlüsselstollens	1052,8 „	60,6 „	52,1 „	27,9 „
der Riesche	42,4 „	2,8 „	12,7 „	1,3 „
der Abwässer aus den Kaliwerken	117,5 „	11,0 „	— „	65,2 „

oder bei der größten diesseits beobachteten Wassermenge von 150 cbm in der Sekunde, bei welcher 1 Liter Saalewasser enthielt

Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
315,0 mg,	138,1 mg,	80,6 mg,	46,4 mg

würde im Liter Saalewasser eine Verminderung eingetreten sein von

	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
durch den Wegfall der Salza . .	0,3 mg,	1,3 mg,	0,7 mg,	0,2 mg,
des Mannsfelder Schlüsselstollens .	202,4 „	9,3 „	5,4 „	2,5 „
der Riesche	10,3 „	0,7 „	3,0 „	0,3 „
der Abwässer aus den Kaliwerken .	28,2 „	2,6 „	— „	16,3 „

Mit der Beseitigung des Wassers aus dem Mannsfelder Schlüsselstollen würde das Wasser der Saale demgemäß ganz bedeutend seinen Gehalt an Chlor, erheblich aber auch Schwefelsäure und Kalk vermindern. Jedoch würde die Chlormenge im Wasser der Saale immer noch größer sein, als in dem der Elbe einestheils in Folge der Einmündung der Abwässer aus den Kaliwerken und des Zuflusses der Riesche, andererseits weil ihr Wasser an sich schon einen höheren Chlorgehalt hat, als sonst durchschnittlich in Flüssen beobachtet wird. Derselbe betrug, ehe diese Verunreinigungen zur Geltung gekommen sind, bei Halle schon 77,6 mg für das Liter. Würden dagegen nur die Abwässer aus den Kaliwerken in Wegfall kommen, der Zufluß des Schlüsselstollens aber bestehen bleiben, so würde die Chlormenge immer noch so beträchtlich sein, daß die Verminderung für die Benutzbarkeit des Wassers zum Genusse ohne Belang wäre; der einzige Bestandtheil, welcher eine größere Abnahme erführe, wäre die Magnesia.

In dem früheren unter dem 31. März 1890 erstatteten Gutachten wurde die Unschädlichkeit dieser Stoffe in Folge ihrer Abstammung aus dem anorganischen Bereiche dargethan und hierdurch bewiesen, daß das Magdeburger Trinkwasser gesundheitsschädliche Bestandtheile in solchen Mengen, die es zur Verwendung als Trinkwasser ungeeignet machten, nicht enthält. Trotz der Zunahme des Chlors, der Schwefelsäure, des Kalks und der Magnesia, welche die letzten beiden Untersuchungen des filtrirten Elbwassers wiederum ergeben haben, wird dieser Satz noch aufrecht zu erhalten sein, und es ist nicht anzunehmen, daß durch eine weitere Steigerung dieser Stoffe in absehbarer Zeit eine direkte Schädigung der Gesundheit durch den Genuß des Wassers zu befürchten ist. Es bleibt jedoch zu bedenken, daß das Trinkwasser nicht allein ein Nahrungsmittel, sondern auch ein unentbehrliches Genußmittel ist. Für unsere Ernährung haben die Genußmittel eine solche Bedeutung, daß wir dieselben in unseren Speisen und Getränken nicht entbehren können, ohne eine Störung unserer Gesundheit zu erleiden. Deshalb müssen wir dafür Sorge tragen, daß unser Trinkwasser nicht allein frei von gesundheitsschädlichen Bestandtheilen, sondern daß es auch ein „gutes“ ist, daß es durch seinen Wohlgeschmack zum Genusse anreizt. Wir stellen die gleiche Forderung an unsere anderen Lebensmittel; es kann beispielsweise eine Speise derart versalzen sein, daß uns der Genuß derselben im höchsten Grad widerlich, ja unmöglich wird, obgleich die Kochsalzmenge nicht hinreichte, um eine Schädigung der Gesundheit hervorzubringen.

Anlage 1.

Ergebnisse der Untersuchung von Wasserproben

(Entnahme vom

Reihenfolge der Entnahme	Entnahmestelle	Qualitative Unter-					
		Schwefelwasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak
	Saale. 1 km oberhalb ihrer Einmündung in die Elbe.						
I.	„ Linkes Ufer	0	vorhanden		vorh.[1])	0	0
II.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	0
	Elbe. 1 km oberhalb der Einmündung der Saale.						
V.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
IV.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	Spur
III.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	0
	Elbe. 100 m oberhalb des Schloßpegels von Barby.						
VIII.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
VII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	Spur
VI.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	0
	Elbe. 100 m oberhalb der Bahnbrücke bei Barby.						
XI.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
X.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	0
IX.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	schw. Sp.
	Elbe bei Glinde.						
XII.	„ beim Ausfluß der Dietze'schen Zuckerfabrik (linkes Ufer)	0	„	„	0	0	0
XIII.	„ unterhalb des Ausflusses der Dietze'schen Zuckerfabrik (Mitte des Strombettes) .	0	„	„	0	0	0
XIV.	„ unterhalb des Ausflusses der Dietze'schen Zuckerfabrik (rechtes Ufer)	0	„	„	0	0	schw. Sp.
XV.	„ unterhalb des Soolekanals bei Schönebeck (linkes Ufer)	0	„	„	0	0	0
	Elbe unterhalb Frohse.						
XVI.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
XVII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	schw. Sp.
XVIII.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	0
	Buckau; Wasserwerk von Magdeburg.						
XIX.	Vertheilungsbassin vor dem Absetzbassin . . .	0	„	„	0	0	schw. Sp.
XX.	ebenda; vom Ablasse eines Absetzbassins . . .	0	„	„	0	0	Spur
XXI.	„ Ablauf von den Filtern	0	„	„	0	0	„
	Elbe; Entnahmestelle des Wasserwerks.						
XXII.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
XXIII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	0
XXIV.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	Spur

[1]) 3,23 mg.

der Saale und Elbe bei Magdeburg.

18. August 1891.)

suchung			Quantitative Untersuchung								Bakterienzählung		
Eisen	Kalk	Magnesia	Suspendirte Stoffe	Rückstand b. 110° C	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Feste Spaltpilze	Verflüssigende Spaltpilze	Schimmelpilze
			Milligramm im Liter								in 1 ccm		
Spur	vorhanden		110,8	2409,0	192,5	4,3	1087,5	202,3	165,2	87,3	11 400	270	0
0	„	„	111,7	2412,5	186,5	4,01	1125,0	224,1	172,9	89,5	13 550	310	0
Spur	vorh.	geringe Mengen	57,6	151,5	50,5	5,9	11	148,3	29,7	—	1 700	60	5
„	„	„	61,0	159,0	56,5	5,5	10	32,5	29,7	—	2 200	180	4
„	„	„	65,8	155,0	50,0	5,8	12	40,2	21,9	—	2 000	110	0
Spur	vorhanden		47,4	910,5	103,0	5,4	370	172,3	79,9	41,7	4 100	230	0
0	„	„	58,6	684,0	92,5	5,4	262	104,1	52,9	27,0	2 850	180	4
0	„	„	46,2	155,5	50,5	6,2	11	36,7	37,4	15,7	1 700	110	3
Spur	vorhanden		73,1	918,5	118,0	5,2	362	148,2	72,2	29,7	3 800	160	1
„	„	„	52,4	606,5	241,5	5,8	162	50,9	49,0	25,1	3 400	200	2
„	„	geringe Mengen	67,2	252,5	110,5	5,7	14	26,8	29,7	—	1 700	80	1
„	vorhanden		85,6	871,5	125,5	5,2	340	102,7	72,2	87,6	2 100	190	0
0	„	geringe Mengen	36,8	477,5	99,5	4,8	150	64,1	41,3	—	2 400	160	5
Spur	„	„	28,2	267,5	87,5	5,5	52	52,0	33,5	—	1 450	130	5
„	vorhanden		36,2	771,5	153,0	5,03	290	128,4	68,4	38,2	1 800	150	5
„	vorhanden		40,8	796,5	145,5	5,5	296	94,2	72,2	39,1	1 900	170	2
„	„	geringe Mengen	32,6	560,5	298,5	5,6	140	48,9	41,3	—	4 000	150	0
„	vorhanden		40,1	471,5	282,5	4,9	92	44,7	41,3	15,1	4 950	150	0
0	vorhanden		26,6	797,5	185,5	5,5	274	88,3	60,6	25,7	1 450	120	0
Spur	„	„	15,6	898,0	187,5	5,6	340	104,3	72,2	25,3	500	70	0
„	„	„	0	855,5	172,0	4,9	318	100,6	68,4	30,8	22	14	1
„	vorh.	geringe Mengen	34,6	765,0	145,0	5,03	282	96,3	56,7	—	2 250	130	0
„	vorhanden		37,2	667,5	171,0	5,5	220	76,1	64,5	38,9	2 150	160	0
„	„	geringe Mengen	48,4	506,5	182,5	5,03	240	60,4	45,15	—	1 650	80	0

Anlage 8.

Ergebnisse der Untersuchung von Wasserproben

Entnahme vom

Reihenfolge der Entnahme	Entnahmestelle	Qualitative Unter-					
		Schwefelwasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak
	Saale. 1 km oberhalb ihrer Einmündung in die Elbe.						
I.	„ Linkes Ufer	0	vorhanden		0	0	vorh.[1])
II.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	„ [2])
	Elbe. 1 km oberhalb der Einmündung der Saale.						
III.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	0
IV.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	schw. Sp.
V.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	0
	Elbe. 100 m oberhalb des Schloßpegels von Barby.						
VI.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	Spur
VII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	„
VIII.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	„
	Elbe. 100 m oberhalb der Bahnbrücke bei Barby.						
IX.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	vorh [3])
X.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	„
XI.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	„
	Elbe bei Glinde.						
XII.	„ beim Ausfluß der Dietze'schen Zuckerfabrik (linkes Ufer)	0	„	„	0	0	„
XIII.	„ unterhalb des Ausflusses der Dietze'schen Zuckerfabrik (Mitte des Strombettes) .	0	„	„	0	0	0
XIV.	„ unterhalb des Ausflusses der Dietze'schen Zuckerfabrik (rechtes Ufer)	0	„	„	0	0	0
XV.	„ unterhalb des Soolekanals bei Schönebeck (linkes Ufer)	0	„	„	0	0	schw. Sp.
	Elbe unterhalb Frohse.						
XVI.	„ Linkes Ufer	0	„	„	0	0	vorh [4])
XVII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	Spur
XVIII.	„ Rechtes Ufer.	0	„	„	0	0	„
	Buckau; Wasserwerk von Magdeburg.						
XIX.	Vertheilungsbassin vor dem Absetzbassin . . .	0	„	„	0	0	schw. Sp.
XX.	ebenda; vom Ablasse eines Absetzbassins . . .	0	„	„	0	0	„
XXI.	„ Ablauf von den Filtern	0	„	„	0	0	0
	Elbe; Entnahmestelle des Wasserwerks.						
XXII.	„ Linkes Ufer.	0	„	„	0	0	Spur
XXIII.	„ Mitte des Strombettes	0	„	„	0	0	„
XXIV.	„ Rechtes Ufer	0	„	„	0	0	„

[1]) = 8,7 mg i. l. — [2]) = 15,4 mg i. l. — [3]) = 0,48 mg i. l. — [4]) = 0,29 mg i. l.

der Saale und Elbe bei Magdeburg.

10. November 1891.)

suchung			Quantitative Untersuchung								Bakterienzählung		
Eisen	Kalk	Magnesia	Suspendirte Stoffe	Rückstand b. 110° C	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Feste (Spaltpilze)	Verflüssigende (Spaltpilze)	Schimmelpilze
			Milligramm im Liter								in 1 ccm		
Spur	vorhanden		3,6	2831,0	268,0	6,04	1315,0	280,3	189,7	97,8	37 150	250	13
"	"	"	3,7	2754,0	261,0	6,7	1290,0	256,4	189,7	98,1	43 150	330	2
0	"	"	3,7	180,0	62,5	5,4	16,5	40,2	18,6	12,3	5 700	50	1
0	"	"	3,4	184,0	61,0	5,5	15,0	41,7	23,5	12,1	4 350	100	2
0	"	"	3,4	173,0	53,5	5,5	14,5	40,2	26,04	13,5	2 000	40	2
0	"	"	3,5	1116,0	122,5	5,7	486,0	144,2	81,8	30,3	21 200	170	0
0	"	"	5,4	977,0	123,0	5,8	422,0	128,4	66,9	24,4	12 250	110	6
Spur	"	"	4,4	165,0	55,0	5,6	16,5	24,7	29,8	10,5	2 800	100	0
0	"	"	7,4	1132,5	136,5	5,6	460,0	116,4	81,8	28,7	16 000	160	10
0	"	"	8,6	707,5	180,0	6,1	234,0	100,6	55,8	21,3	8 200	150	3
Spur	"	"	7,8	225,0	88,5	5,6	18,5	44,7	33,5	13,6	1 800	80	2
0	"	"	5,4	1133,5	139,0	5,7	480,0	112,5	81,8	28,3	16 700	150	5
0	"	"	10,0	643,5	109,0	5,3	222,0	76,1	52,1	20,1	11 800	70	1
Spur	"	"	8,4	458,5	147,0	5,5	109,5	60,4	40,9	15,1	6 450	70	1
0	"	"	6,4	1127,5	192,5	5,8	446,0	108,6	78,1	28,2	12 650	100	2
0	"	"	8,4	1071,5	115,5	5,6	460,0	112,5	78,1	28,8	25 400	230	0
0	"	"	6,9	760,5	204,5	5,5	270,0	100,6	59,5	22,2	7 150	60	4
0	"	"	4,4	612,5	190,5	6,04	175,0	72,4	52,1	18,2	8 200	130	0
0	"	"	4,6	1117,5	158,0	6,3	468,0	112,5	81,8	29,6	14 200	180	1
0	"	"	4,2	1149,0	212,5	5,7	466,0	120,1	81,8	30,5	13 450	120	0
Spur	"	"	0	1153,5	217,5	6,4	470,0	112,5	78,1	29,2	1 600	30	0
0	"	"	8,8	1151,0	213,5	6,3	452,0	116,4	74,4	28,2	21 500	130	0
Spur	"	"	3,0	955,0	242,5	6,9	352,0	100,6	74,4	24,4	13 100	150	8
0	"	"	7,4	666,5	177,5	6,8	226,0	76,1	52,1	19,9	7 150	100	0

Anlage 3.

Ergebnisse der Untersuchung

(Entnahme am 22. und 23. März 1892

Reihenfolge der Entnahme	Entnahmestelle	Qualitative		
		Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure
	Saale bei Salzmünde.			
I.	„ Rechtes Ufer	vorhanden		vorh.
II.	„ Linkes Ufer	„	„	„
III.	„ Salza	„	„	„
	Saale bei Friedeburg.			
IV.	„ Rechtes Ufer	„	„	„
V.	„ Linkes Ufer	„	„	„
VI.	„ Mannsfelder Schlüsselstollen, nahe der Mündungsstelle	„	„	„
	Saale bei Georgsburg.			
VII.	„ Rechtes Ufer	„	„	„
VIII.	„ Linkes Ufer	„	„	„
IX.	„ Niesche, nahe der Mündungsstelle	„	„	„
X.	„ Wipper, „ „ „	„	„	„
	Saale bei Bernburg.			
XI.	„ Rechtes Ufer	„	„	„
XII.	„ Linkes Ufer	„	„	„
XIII.	„ Fuhne, nahe der Mündungsstelle	„	„	„
	Saale bei Nienburg.			
XIV.	„ Rechtes Ufer	„	„	„
XV.	„ Linkes Ufer	„	„	„

Eine stetige Zunahme von Salzen in dem Magdeburger Leitungswasser ist zu befürchten in Folge des mehr und mehr wachsenden Salzgehaltes der Mannsfelder Schlüsselstollenwässer. Diese Verunreinigung kann in absehbarer Zeit einen solchen Höhepunkt erreichen, daß das filtrirte Elbwasser in Magdeburg sich zum Trinkwasser nicht mehr eignet. Diese Befürchtung ist namentlich im Hinblick auf die Mittheilung gerechtfertigt, daß die Grubenwässer der Mannsfelder Bergwerke in letzter Zeit bedeutend an Masse zugenommen haben; ihre Ableitung durch den Schlüsselstollen wird auch eine fortschreitende Verunreinigung der Saale im Gefolge haben.

von Wasserproben der Saale.

durch den Professor Dr. Renk.)

Untersuchung				Quantitative Untersuchung (Milligramm im Liter)						
Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk	Magnesia	Suspendirte Stoffe	Trockenrückstand	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
vorhanden	Spur	vorhanden		365	460	3,32	53,89	100,7	76,2	25,9
"	"	"	"	274	455	3,40	49,97	94,7	70,5	25,9
sehr viel	sehr viel	"	"	1040	1 420	1,79	126,35	426,1	223,4	79,6
vorhanden	Spur	"	"	281	473	3,21	53,82	105,5	74,7	25,9
"	"	"	"	286	452	2,83	55,74	108,5	80,3	29,2
"	"	"	"	47	118 610	8,30	65 640,0	3780,0	3284,0	1742,0
"	"	"	"	310	1 460	3,49	768,9	140,1	99,5	33,3
"	"	"	"	276	1 539	3,68	768,8	142,6	114,7	33,8
"	fehlt	"	"	374	40 330	4,34	20 470,0	1349,0	6088,0	654,5
sehr viel	Spur	"	"	1440	270	2,55	21,14	52,7	41,0	19,1
"	"	"	"	468	1 531	3,02	864,9	131,9	105,4	33,5
"	"	"	"	386	1 510	2,93	864,9	135,1	104,0	34,0
"	"	"	"	586	720	4,15	117,21	153,1	138,3	49,0
"	"	"	"	353	1 440	2,92	864,9	135,8	122,0	34,2
"	"	"	"	374	1 452	3,30	864,9	137,1	119,8	35,1

Mit der Fernhaltung der Abwässer aus den Kaliwerken wird eine wesentliche Verbesserung des Magdeburger Trinkwassers nicht erreicht werden. Dasselbe würde hierdurch nur ärmer an Magnesia werden, während das Chlor, welches vorwiegend an Natron gebunden ist, immer noch störend überwiegen würde. Es ist vielmehr nur durch Ausführung der in dem ersten Gutachten gemachten Vorschläge das gewünschte Ziel zu erreichen; mit der Verlegung des Wasserwerkes an eine geeignetere Stelle, als jetzt der Fall ist, wird man die Beeinflussung des Trinkwassers durch das Saalewasser vermindern oder beseitigen können.

Ein dem Choleravibrio ähnlicher Kommabacillus.

Von

Dr. Fritz Kießling,

Königlich sächsischer Assistenzarzt I. Kl., kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte

(Hierzu Tafel XII.)

Die Mengen der pathogenen und saprophytischen Bakterien, welche in den letzten Jahren dank der Leichtigkeit ihrer Reinzüchtung durch das Plattenverfahren gefunden und eingehend studirt worden sind, lassen es bei dem Mangel einer systematischen Ordnung in der Bakteriologie und bei der hierdurch bedingten Schwierigkeit, neue Arten in das Gedächtniß aufzunehmen und von einander zu scheiden, gewagt erscheinen, mit einem noch unbekannten Mikroorganismus vor die Oeffentlichkeit zu treten. Wenn ich trotzdem im Nachfolgenden meine Beobachtungen über einen bisher nicht beschriebenen Kommabacillus mittheile, so veranlaßt mich hierzu in erster Linie die Aehnlichkeit desselben mit dem Koch'schen Choleravibrio. Seitdem letzterer für die Diagnose der indischen Cholera eine so große, ja ausschlaggebende Bedeutung errungen hat, ist auch jeder Umstand beachtenswerth, welcher eine Verwechselung mit dem Erreger dieser Seuche hervorrufen und dadurch Veranlassung zu schwerwiegenden Irrthümern geben kann. Wie leicht dies der neue Vibrio zu thun vermag, zumal wenn noch andere Zufälle eine solche Täuschung begünstigen, zeigt schon die Art und Weise, wie ich ihn aufgefunden habe. Ich lasse deßhalb dieselbe kurz folgen.

Am 27. Oktober v. J. wurden der unter Leitung des Herrn Regierungsrathes Dr. Petri stehenden bakteriologischen Abtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes von Herrn Dr. Davids in Blankenese 2 Wasserproben übersendet und mir zur Untersuchung auf das Vorhandensein von Cholerabakterien zugewiesen. Das betreffende Wasser stammte aus der 1. und 2. Sammelgrube des Grabens, welcher das Schlammwasser von der Sandwäsche der Altonaer Wasserwerke abführt. In einem Hause, welches ungefähr 60 Schritte von diesen Gruben entfernt lag, waren in kurzer Zeit 4 Personen an indischer Cholera erkrankt und gestorben. Da nun der Verdacht vorlag, daß das stark verunreinigte Wasser in einem ursächlichen Zusammenhange zu der Hausepidemie stände, mußte es wünschenswerth sein, die Proben bakteriologisch zu untersuchen, um die Vermuthung vielleicht durch den Nachweis des Koch'schen Kommabacillus zu bestätigen.

Beide Wasserproben waren geruchlos, stark getrübt, mit körnigen, hellen Theilchen durchsetzt und enthielten etwas dunklen, flockigen Bodensatz — die Reaktion war neutral. Sofort nach der Empfangnahme versetzte ich in der gebräuchlichen Weise mit verschiedenen Mengen der verdächtigen Wasserarten mehrere Nährbouillon- und Gelatineröhrchen und legte von letzteren je 2 Verdünnungen an. Nach ungefähr 24 Stunden war die bei 37° C. gehaltenen Nährbouillon getrübt und zeigte im hängenden Tropfen und Deckglaspräparat einzelne gekrümmte Stäbchen. Zu derselben Zeit waren auf den bei 21° C. aufbewahrten Gelatineplatten u. A. mehrere kleine, trichterförmig einsinkende Kolonieen erschienen, welche unter dem Mikroskop durch ihre körnige Struktur und ihre Verflüssigungszone ganz das Bild von Cholerakolonieen boten. Wurden dann nach R. Koch's Angabe Klatschpräparate angefertigt, so fanden sich auf ihnen mehrfach Anhäufungen von mehr oder minder ausgeprägten Kommabacillen. Beide Befunde zusammen mußten nach den bisherigen Erfahrungen den Schluß nahe legen, daß in den verdächtigen Proben der Erreger der indischen Cholera vorhanden und demnach als die Ursache der oben erwähnten Hausepidemie anzusehen sei, ein Erfolg, welcher bei der großen Bedeutung des Wassers für Verbreitung der Seuche und bei der Schwierigkeit, den Choleravibrio in Fluß- oder Leitungswasser nachzuweisen — ist dies doch bisher nur C. Fränkel in dem Duisburger Hafenwasser zweifellos geglückt[1]) — hohes Interesse beanspruchen durfte. Freilich gab die Nährbouillon auch nach 48 Stunden noch nicht die Cholerarothreaktion, doch ließ sich dies leicht aus der geringen Neigung mancher Kulturen des Koch'schen Kommabacillus zur Indol- resp. Nitritbildung erklären.[2]) Die vorerwähnten, die Gelatine verflüssigenden Kolonieen bestanden jedoch nicht aus krummen, sondern aus kleinen, plumpen Stäbchen mit abgerundeten Enden, welche häufig zu zweien winkelig aneinanderlagen; in der Gelatinestichkultur entwickelten diese Bakterien sich schneller und üppiger als der Choleravibrio und bildeten schon nach 2 Tagen einen tiefen Verflüssigungstrichter; Bouillon trübten sie in kurzer Zeit, ohne eine Kahmhaut zu bilden und ohne Indol zu erzeugen; für Thiere waren sie nicht pathogen. Aus alledem ging hervor, daß die choleraverdächtigen, verflüssigenden Kolonieen auf den 1 Tag alten Wasserplatten von einer unschädlichen Mikrobe stammten, welche von mir auch öfter in dem Spreewasser in und bei Berlin, besonders häufig in dem Nordhafen gefunden wurde; wahrscheinlich die gleiche Bakterienart traf Heider in Wasser aus dem Donaukanal[3]), Canon, Lazarus und Pielicke in 4 von ihnen auf Cholerabacillen untersuchten Stühlen[4]) und Bleisch in frischen Dejektionen eines unter choleraartigen Erscheinungen verstorbenen Mannes[5]) an. Sah ich aber dann 3 Tage oder später nach der Impfung die noch nicht verflüssigten Platten durch, so traf ich wiederum auf Kolonieen, welche in ihrem langsamen Wachsthum, ihrer schalenförmigen Einsenkung und ihrer Form den Kolonieen gleichalteriger Cholera-Kontrollplatten entsprachen und ebenso wie diese gekrümmte, bewegliche Stäbchen enthielten — dieselben

---

[1]) Deutsche med. Wochenschrift 1892 Nr. 41.
[2]) s. ebenda.
[3]) Prager med. Wochenschrift 1892, Nr. 46.
[4]) Berliner klin. Wochenschrift 1892, Nr. 48.
[5]) Zeitschrift für Hygiene 1893, Band XIII, Heft 1.

Stäbchen, welche ich in dem Klatschpräparat nach 24 Stunden bemerkt hatte. Wurden solche Kolonieen abgestochen, so boten sie auch in Reinkultur, besonders vom 2. Tage an gleiche, choleraähnliche Bilder und erst bei genauer Vergleichung und weiterer Beobachtung konnten deutliche Unterschiede gewonnen und die im Nachfolgenden geschilderten Vibrionen als den Cholerabacillen zwar sehr ähnliche, aber von denselben verschiedene, saprophytische Mikroorganismen erkannt werden.[1])

In 4 weiteren Proben vom 11. November, welche theils Wasser der oben genannten Sammelgruben, theils Schlamm aus der Sandwäsche und Sand von den obersten Filterschichten der Altonaer Wasserwerke enthielten, sowie in 2 den Sammelgruben am 23. und 24. November entnommenen Wasserproben, die ich sämmtlich der Güte des Herrn Dr. Davids verdanke, wurde gleichfalls der neue Vibrio angetroffen.

Gehen wir nun zu einer kurzen Beschreibung des Vibrio selbst über.

Unser Vibrio stellt sich, auf frischen Gelatinekulturen gewachsen, als ein ziemlich dickes, etwas plumpes Stäbchen mit abgerundeten, bisweilen leicht zugespitzten Enden dar; die Länge ist nicht ganz konstant und schwankt zwischen 1,5—2,0 μ, die Dicke beträgt 0,6 μ; bisweilen liegen 2 Bakterien entweder in einer geraden Linie oder in einem stumpfen Winkel aneinander. Der größere Theil der Organismen ist leicht gekrümmt und bietet die den Vibrionen eigenthümliche Kommaform. Bedeutend stärker tritt letztere bei jungen, in Zimmertemperatur gehaltenen Agarkulturen hervor. Hier sehen wir ein wenig längere und schlankere Stäbchen, welche fast bis zu einem Halbkreis gebogen sind und deren Enden in eine Spitze auslaufen. Neben solchen stäbchenförmigen Gebilden finden sich auch ausgesprochene Spirillenformen. So zeigen Agarkulturen, welche 1—2 Tage bei 37° C. aufbewahrt worden sind, dicke Spiralen mit gestreckter Schlängelung (Flexion und Torsion), die oft knäuelartig zusammenliegen und eine Länge von über 80 μ erreichen. In höheren Wärmegraden verliert der Vibrio sehr bald seine typische Gestalt und zeigt die mannigfaltigsten Involutionsformen: dicke, lange, wie Keulen aussehende Gebilde, plumpe, in dem mittleren Theile aufgetriebene Fäden, geschweifte Halbmonde, feinkörnige Plasmakugeln, die wohl in den Ferran'schen Körperchen des Cholerabacillus ihr Analogon haben, und außerdem noch zahlreiche abgestorbene, den Farbstoff nicht annehmende Vibrionen und Spirillen; in derartigen Kulturen bemerken wir auch öfter in den Randtheilen der Stäbchen stärker lichtbrechende und sich tiefer färbende Punkte, die man als Polkörner ansprechen kann. Die eben geschilderten degenerativen Veränderungen lassen sich am deutlichsten in dem Bodensatz der Bouillonkulturen nachweisen.

Den mikroskopischen Befund zeigen die Mikrophotogramme auf Tafel XII.

---

[1]) Anmerkung. In der 11. im Kaiserl. Gesundh.-A. am 1. November 1892 abgehaltenen Sitzung der Cholerakommission wurde über die ersten verdächtigen Befunde in dem Wasser der Altonaer Sandwäsche berichtet und hierbei als wahrscheinlich bezeichnet, daß die aufgefundenen Kommabacillen mit den Koch'schen Choleravibrionen identisch seien. Die fortgesetzte Untersuchung erwies dagegen diese Vermuthung als unbegründet und führte zu dem oben geschilderten Resultat. Sollten Kirchner (Centralblatt f. Bakt. und Parasitenkunde, Bd. XII, S. 830) und Hueppe (Berl. klin. Wochenschr. 1893, S. 83) jenen Bericht im Auge haben, wenn sie den Nachweis der Choleramikroben in dem Filtersande der Altonaer Wasserwerke als gelungen erwähnen, so würden ihre Angaben in dem obigen Sinne richtig zu stellen sein.

Unser Vibrio zeigt auf jungen, im Zimmer gehaltenen Nährböden lebhafte, an den Cholerabacillus erinnernde Beweglichkeit, welche er aber schon nach etlichen Tagen verliert; die einzelnen Nährmedien haben darauf keinen Einfluß. An dem einen Ende wird durch Behandlung des Präparates mit alter Löffler'schen Beize ein langer Geißelfaden sichtbar. Sporenbildung ist nicht beobachtet worden.

Er nimmt wässerige Anilinfarbstofflösung leicht auf, färbt sich aber nicht nach der Gram'schen Methode.

In Nährgelatineplatten bemerkt man bei stärkerer Besäung nach 24 Stunden eine leichte, gelbliche Trübung und mit 50facher Vergrößerung Kolonien von durchschnittlich 0,02 mm Größe; dieselben haben eine rundliche oder ovale Gestalt, scharf umschriebene Ränder und helles, graugelbliches Aussehen — Verflüssigungserscheinungen sind noch nicht zu erkennen. Im Verlaufe der nächsten Tage schreitet die Entwickelung auf der Platte langsam vorwärts. Die oberflächlichen Kolonien erscheinen, 50fach vergrößert als kleine, deutlich begrenzte, kreisrunde Gebilde von hellgrauer Farbe und homogener Beschaffenheit. Bald aber macht sich bei ihnen von der Mitte ausgehend eine feine Körnelung bemerkbar, welche sich allmälig über die ganze Fläche ausdehnt, während zugleich aus der zuerst glatten Randzone kleine Franzen in die Umgebung vordringen. Am 3. Tage beginnt die Gelatine sich zu verflüssigen und zu verdunsten, wobei die Kolonie langsam unter die Oberfläche herabsinkt, bis sie nach weiteren 4 Tagen ihre größte Ausdehnung erreicht hat. Sie stellt sich dann als eine feingezähnte, gelbbräunliche, granulirte Masse dar in einer runden, scharfgerandeten Schale von klarer, verflüssigter Gelatine. Währenddem entwickeln sich die unter der Oberfläche gelegenen Kolonien von kleinen, hellen Punkten in 48 Stunden zu rundlichen oder ovalen, graugelben Formen, welche eine gleichmäßige, körnige Struktur und deutlich ausgeprägte Schichtungsringe erkennen lassen. Nunmehr dringen auch hier von dem Rande zarte Fortsätze in die Umgebung ein und unter langsam fortschreitender Verflüssigung der Gelatine und Durchbruch an die Oberfläche gewinnen die tiefer gelegenen Kolonien das gleichalterigen Cholerakolonieen so ähnliche Aussehen der oberflächlichen. Bisweilen, wenn auch selten, fließen 2 Kolonieen zusammen. Charakteristisch für die Platten ist ein eigenartiger, fader, etwas aromatischer Geruch, welcher an den der Gelatinekulturen des Vibrio Proteus erinnert.

Das Wachsthum in der Gelatinestichkultur entspricht dem auf der Gelatineplatte und scheint auf ein großes Sauerstoffbedürfniß des Mikroorganismus hinzudeuten. Von der Oberfläche aus sinkt die Vegetationsmasse unter allmäliger Peptonisirung der Gelatine ein und da deren Wassergehalt in Folge des langsamen Fortschreitens der Verflüssigung vollständig verdunstet, bildet sich in dem Nährboden eine mit der Außenluft kommunicirende Höhle, deren Wände in ihrem oberen Theile klar, in ihrem unteren Theile, gleichwie der Boden, mit dünnem, grauem Kulturbelag bedeckt sind. Diese Luftblase ist am 2. Tage stecknadelkopf-, am 6. Tage erbsengroß, während der untere Theil des Stichkanals nur bis zu einem zarten, weißen, leicht gedrehten Faden auswächst. In der 2. Woche nach der Impfung sieht man unter der Hohlkugel eine sich nach unten verjüngende Schicht von klarer, verflüssigter Gelatine und auf deren Grund eine dicke, weiße Kulturmasse. Nur zögernd breitet sich die Peptonisirungszone

aus, bis sie nach ungefähr 6 Wochen die gesammte Gelatine eingenommen hat. Auf Nährlösungen, welchen statt 10, nur 2 oder 5 % Gelatine zugesetzt sind, erfolgt das Wachsthum der Kultur in derselben Weise, jedoch in kürzerer Zeit, sodaß der Verdunstungstrichter nur geringe Größe erreichen kann.

Auf frisch zubereitetem, schräg erstarrtem Nähragar sehen wir nach 1—2 Tagen längs des Impfstrichs einen hellgrauen, fadenziehenden, mäßig dicken Belag, dessen leicht geschweifte Ränder sich von der Umgebung scharf abheben; das Condenswasser bleibt klar und enthält weißen, wolkigen Bodensatz. Im Verlaufe der 2. und 3. Woche trocknet die Oberflächenkultur zu einer zarten, höckerigen Haut ein, während in dem Nährboden zahlreiche, durch ihre Sargdeckelform ausgezeichnete Ammoniumphosphatkrystalle auftreten. Ein Zusatz von 5 % Glycerin wirkt auf die Entwicklung der Kultur günstig; gleichermaßen geht dieselbe bei Brüttemperatur lebhafter und üppiger an als im Zimmer.

Ganz auffallend und ähnlichen Bakterienarten widersprechend verhält sich unser Vibrio in neutraler Peptonbouillon; er geht in ihr nur zögernd und spärlich an. Wird dieselbe in der gewöhnlichen Zimmertemperatur stehen gelassen, so beginnt erst nach 3 Tagen die bis dahin klar gebliebene Flüssigkeit sich gleichmäßig leicht zu trüben und am Boden eine weiße, bei Drehen des Glases spiralig aufwirbelnde Schleimflocke abzusetzen. In der nächsten Woche nimmt die Trübung noch etwas zu, erreicht jedoch niemals einen höheren Grad — Kahmhautbildung ist nicht vorhanden, die Reaktion ist schwach alkalisch. Temperaturen über 30 ° C. verzögern das Wachsthum noch um 2—3 Tage. Auch Zusätze von Sodalösung oder Phosphorsäure fördern dasselbe nicht; es erlischt vielmehr, wenn der Nährlösung 1 % Soda oder 0,05 % Phosphorsäure zugefügt werden. Alle weiteren Versuche, für den Vibrio einen flüssigen, seiner Entwickelung günstigen Nährboden herzustellen, blieben erfolglos. Hinzugabe von flüssigem, sterilisirtem Serum zu neutraler Peptonbouillon hat auf die Wachsthumsenergie keinen Einfluß; Beifügung von Rohr-, Milch-, Traubenzucker oder Dextrin (2,5 %) erhöhen dieselbe nur wenig, während stärkerer Peptongehalt direkt schädigend wirkt. Am schnellsten, am 2. Tage, und stärksten trübt sich Bouillon, welche 2 bis 5 % Glycerin enthält. In glykogenreichen Lösungen, wie Kaninchenleberbouillon stirbt unser Vibrio bald ab und ist bereits nach 4 Tagen durch das Plattenverfahren nicht mehr nachzuweisen.

Auf koagulirtem, sterilisirtem Blutserum bildet er unter langsamer Verflüssigung einen dünnen, hellgrauen, schleimigen Belag; in flüssigem, sterilisirtem Serum vermehrt er sich schwach, ist aber nach 1½ Monat noch nachweisbar.

Gekochte Kartoffelscheiben werden weder bei Brüt-, noch bei Zimmertemperatur von dem Mikroorganismus makroskopisch verändert; nur bei niederen Wärmegraden läßt sich eine geringe Vermehrung der Keime erkennen, im Brütschrank sterben dieselben schnell ab.

Zu seinem Gedeihen bedarf der Vibrio des Sauerstoffes, wie schon sein Wachsthum in der Gelatinestichkultur beweist. Weder in dem von Kitasato und Weyl angegebenen, mit 0,4 % ameisensaurem Natron versetzten Nähragar, noch bei Buchners

Methode der Anaerobzüchtung vermag er seine Lebensfähigkeit zu erhalten. Wird er nach Hueppe in frische Eier übertragen, so verursacht er zwar sowohl bei 37° wie bei tieferen Graden keine sichtbare Veränderung, bildet auch keinen Schwefelwasserstoff, ist aber, besonders in den Eidottern, noch nach einem Monat vorhanden. In der Wasserstoffatmosphäre, wie sie Petri und Maaßen vorgeschlagen haben, ist die Entwicklung sehr verzögert und kümmerlich.

Sterilisirte Milch wirkt auf unseren Kommabacillus nicht nachtheilig; in ihr kommt es zu lebhafter Vermehrung der Keime — Gerinnung jedoch erfolgt in den gewöhnlichen Temperaturverhältnissen nicht.

In sterilem Wasser ist er nach 3 Tagen nicht mehr bakteriologisch nachweisbar.

Ein besonderes Interesse für die Differenzirung der Vibrionen hat die sogenannte Choleraroth-Reaktion erlangt. Dieselbe tritt in peptonhaltigen, mit dem Vibrio geimpften Nährlösungen 4 Tage nach der Besäung ein, erfolgt aber nur, wenn neben Schwefelsäure auch Kaliumnitrit zugesetzt wird. Es kommt demnach allein zu einer Bildung von Indol, nicht aber zu einer Reduktion der in der Bouillon oder dem Peptonkochsalzwasser enthaltenen Nitrate.

Ueberhaupt ist die letztgenannte Eigenschaft bei dem neuen Mikroorganismus nur sehr schwach entwickelt, woran wohl sein spärliches Wachsthum in flüssigen Nährsubstraten einen Theil der Schuld trägt. In Bouillonkulturen, welche nach Cahen mit Lackmus oder nach Spina mit indigschwefelsaurem Natron versetzt sind, bleibt der Farbstoff längere Zeit unverändert und beginnt erst nach ungefähr 8 Tagen ganz allmälig zu verbleichen und zwar am deutlichsten bei Kulturen, welche in dem Brütschrank gestanden haben. In Bouillon, welcher laut Petri Maaßens Angabe[1]) zur Prüfung der Wasserstoffbildung Schwefel beigegeben ist, tritt ganz allmälig, gleichfalls besser bei höherer Temperatur, eine geringe Bräunung des Bleipapiers, also Reduktion ein.

Versuche, welche weiterhin angestellt wurden, um zu prüfen, wie weit der Vibrio für Thiere pathogen ist, ergaben ein negatives Resultat. Es wurden theils mit Aufschwemmungen frischer Agarkulturen in Wasser, theils mit Bouillonkulturen geimpft: 4 Meerschweinchen in die Bauchhöhle und 8 Meerschweinchen nach Koch per os in den vorher alkalisirten und ruhig gestellten Magen, je 2 weiße Mäuse in eine Hauttasche und in die Bauchhöhle, 2 Tauben in die Flügelvenen und eine Taube in die Bauchhöhle, je 2 Kaninchen in die Ohrvene und in die Bauchhöhle, 3 weiße Ratten in die Bauchhöhle. Trotz großer Mengen (3,0—5,0 ccm.) überstanden sämmtliche Thiere den Eingriff ohne stärkere Krankheitserscheinungen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die Eigenschaften, welche unser Vibrio in den verschiedenen Perioden seiner Entwicklung aufweist, so müssen wir demselben eine große Aehnlichkeit mit dem Koch'schen Kommabacillus zugestehen. Wie letzterer bildet auch er je nach Alter, Nährboden und Temperatur die mannigfaltigsten Gestalten: mehr oder minder gekrümmte Stäbchen, Spirillen und Involutionsformen. Auf mittel-

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundh.-A. Bd. VII. S. 341 u. f.

alten Gelatineplatten, in Gelatinestichkulturen, auf Nähragar, Blutserum, in Milch und im Ei ist sein Wachsthum kaum von dem des Cholerabacillus zu scheiden. Als Trennungsmerkmale sind dagegen anzuführen die langsame Vermehrung ohne Kahmhautbildung in Nährbouillon, das Verhalten auf Kartoffelscheiben und in Lackmusbouillon, die Unfähigkeit, Nitrate in Nitrite zu reduciren und vor allem die vollständige Unschädlichkeit für Thiere.

Doch auch gegenüber den anderen Vibrionen hebt sich der oben beschriebene Kommabacillus als eine eigene Art ab. Von den bisher bekannten, theilweise in Baumgartens Lehrbuch der pathologischen Mykologie[1]) und den sich anschließenden Jahresberichten[2]) aufgezählten Vibrionen kommen für uns 4 Arten in Betracht, während die anderen theils durch ihre Form, theils durch ihre Wachsthumsverhältnisse zu einer Verwechselung keinen Anlaß geben. Es sind dies: 1. die von Miller aufgefundenen „krummen Bacillen" des Mund- und Zahnschleims gesunder Menschen; 2. die durch Finkler und Prior aus den Stühlen von Cholera nostras-Kranken reingezüchteten „Kommabacillen" (Vibrio Proteus); 3. die von Deneke in altem Käse angetroffenen „Kommabacillen" und 4. die von Gamaleia bei einer in Odessa aufgetretenen infektiösen Erkrankung junger Hühner nachgewiesenen „Vibriones Metschnikovi". Von allen diesen scheidet unseren Vibrio das langsame Wachsthum in der Gelatinestichkultur, verbunden mit seiner geringen Neigung, in den tieferen Schichten die Gelatine zu peptonisiren, die spärliche Entwickelung in Bouillon, sowie das Fehlen einer schnell eintretenden Reduktion von Lackmus oder indig-schwefelsaurem Natron bei niedereren Temperaturen. Entgegen dem Vibrio Metschnikovi, dessen Gelatinestichkultur der seinigen am nächsten kommt, gedeiht er nur in Zimmerwärme auf Kartoffeln, giebt keine Nitrosoindolreaktion und ist für Tauben und Meerschweinchen nicht pathogen. Die anderen 3 Vibrionenarten, welche mehr oder weniger darin mit ihm übereinstimmen, führen zu schneller Gerinnung sterilisirter Milch und geben auf Kartoffelscheiben einen dicken gelben oder bräunlichen Belag.

Wenn man das zögernde Wachsthum des beschriebenen Kommabacillus auf allen gebräuchlichen Nährböden mit Ausnahme des Agar und den entschieden für seine Entwickelung ungünstigen Fundort in Betracht zieht, so könnte man wohl zu der Annahme gelangen, daß es sich bei ihm nicht um eine neue Art, sondern vielmehr um eine abgeschwächte Variation eines der bekannten Vibrionen handelt. Auf dergleichen Veränderungen bei Cholerakulturen, welche sowohl Gestalt wie Eigenschaften zu beeinflussen vermögen, weisen bereits Zäslein[3]), Cunningham[4]), Hueppe[5]) und P. Friedrich[6]) hin; erst neuerdings beschreiben Gruber und Wiener[7]) unter den von ihnen zu Thierversuchen verwendeten 5 Choleraarten eine mit „Bouillon" bezeichnete Kultur, welche

[1]) s. das. Bd. II, S. 782.
[2]) s. das. IV. Jahrg. 1888, S. 277.
[3]) Deutsche Medizinal-Zeitung 1888, Nr. 63/64.
[4]) Scientific memoirs by the medical officiers in the Army of India Bd. V und VI.
[5]) Deutsche medizinische Wochenschrift 1891, Nr. 53.
[6]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundh.-A. Bd. VIII, S. 87.
[7]) Archiv für Hygiene 1892, Bd. XV, S. 241.

seit Jahren in künstlichen Nährböden fortgezüchtet worden ist und mit unserem Vibrio in ihrer Entwickelung auf Gelatine große Aehnlichkeit besitzt. In Bezug auf den Vibrio Proteus (Finkler-Prior) berichtet Firtsch[1]), daß derselbe in alten Gelatinekulturen Veränderungen eingeht, die von der typischen Wuchsform wesentlich abweichen und leicht das Bild eines dem Vibrio Proteus verschiedenen Kommabacillus vortäuschen können. Unter den 3 von ihnen geschilderten Varianten zeigt die als „Vibrio III“ bezeichnete Form viele Eigenschaften, welche dem unserigen gleichfalls zukommen.

In allen Fällen, in denen bisher derartige Umbildungen eines Mikroorganismus beobachtet worden sind, gelang es durch Anlegen einer längeren Kulturreihe, sie in die ursprüngliche Art zurückzuführen oder wenigstens, wie bei Firtsch, derselben näher zu bringen. Da Bouillon sich für den Vibrio als schlechter Nährboden erwiesen hatte, so übertrug ich ihn deßhalb in fortlaufender Folge auf frische Agar- oder Gelatinekulturen unter beständiger, kontrollirender Beobachtung durch das Plattenverfahren. Jedoch auch lang fortgesetzte Ueberimpfung war nicht im stande, eine Aenderung der zuerst gefundenen Eigenthümlichkeiten herbeizuführen. Selbst die 30. Agar- und die 20. Gelatinekultur zeigten die gleichen mikroskopischen und makroskopischen Verhältnisse und die gleiche Wachsthumsenergie wie die in Anfang der Versuche angelegten Kulturen. Bedenkt man außerdem, daß der neue Kommabacillus zwar manchen der bisher bekannten Variationsformen des Choleravibrio oder des Vibrio Proteus sehr ähnlich, aber doch von ihnen deutlich zu scheiden ist — von ersteren schon durch seine Ungefährlichkeit für Thiere, von letzteren durch sein Wachsthum in Bouillon, — so muß man ihn als eine neue Art zu den Vibrionen hinzufügen.

Alles bisher Gesagte zusammengenommen, ist unser oben beschriebener Vibrio wohl bestimmt, in der bakteriologischen Differentialdiagnose der indischen Cholera eine gewisse Rolle zu spielen, vor allem, wenn es sich darum handelt, nach dem Erreger der Seuche in Fluß- oder Trinkwasser zu forschen. Denn gerade hierin scheint derselbe nicht allzu selten vorhanden zu sein. So berichtet C. Günther neuerdings in einem Vortrage[2]) über einen Kommabacillus, für welchen er den Namen „Vibrio aquatilis“ vorschlägt. Er fand ihn zweimal in unfiltrirtem Spreewasser, welches von der Schöpfstelle der Berliner städtischen Wasserwerke zu Stralau stammte. Dieser Vibrio aquatilis zeigt im Bild, in der Gelatine- und Agarkultur, in der negativen Nitrosoindolreaktion und in seinem Verhalten gegen Thiere, soweit solches aus der kurzen Beschreibung zu entnehmen war, die gleichen Verhältnisse wie unser Mikroorganismus und weicht nur darin von letzterem ab, daß er in Bouillon und Kartoffelscheiben noch geringere Wachsthumsenergie aufweist; beide Bakterien sind wohl identisch, worauf ich bereits in der Diskussion, welche sich dem oben erwähnten Vortrage Günther's anschloß, aufmerksam machte. Ferner erwähnt Zäslein[3]) mit wenigen Worten einen gekrümmten, kein Indol bildenden Bacillus, den er einige Male im Trinkwasser von Genua angetroffen hat. Die ungenügende Beschreibung des betreffenden Vibrio — eine eingehendere Schilderung

[1]) Archiv für Hygiene 1888, Bd. VIII, S. 369.
[2]) Deutsche med. Wochenschrift 1892, Nr. 49.
[3]) s. o.

war angekündigt, ist aber meines Wissens bisher nicht erschienen — gestattet nicht, sicher zu entscheiden, ob derselbe mit dem unserigen übereinstimmt. Ebenso wenig ist dies der Fall bei 2 Bakterien, einem Stäbchen und einem Kommabacillus, welche Rénon[1]) aus dem Wasser der Seine in Billancourt bei Paris reingezüchtet hat. Beide Mikroorganismen, welche sich außer in ihrer Form allein in ihrem Wachsthum auf Agar etwas von einander unterscheiden und wahrscheinlich nur Varietäten der gleichen Art sind, haben, soweit es sich aus dem Bericht erkennen läßt, große Aehnlichkeit mit unserem Vibrio.

[1]) Annales de l'institut Pasteur 1892, Nr. 9.

Bakteriologische Untersuchungen bei Maul- und Klauenseuche.

Von

Dr. H. Kurth,

Königlich preußischer Stabsarzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel XIII bis XVI.)

Die große Verbreitung der Maul- und Klauenseuche in der ländlichen Umgebung Berlins im Sommer 1892 bot Gelegenheit, Untersuchungen über die bisher noch unbekannte Ursache dieser Seuche anzustellen. Ueber diese ins Klare zu kommen, erscheint schon aus dem Grunde dringend nothwendig, um den gesetzlichen Bestimmungen zur Abwehr der Seuche, ingestalt der Absperrung der Gehöfte, Sterilisirung der Milch, Desinfektion der Stallungen u. s. f. die sicheren Grundlagen an die Hand zu geben, welche die durch Versuche gewonnene Kenntniß der Lebenseigenschaften des Krankheitserregers gewährleistet. Auch für die Kenntniß der menschlichen Krankheiten ist es nicht gleichgültig, jene Ursache zu wissen. Ist doch wiederholt die Uebertragung vom Vieh auf den Menschen berichtet worden. Und endlich liegt das allgemeine Interesse vor, auch an diesem Punkte den bisher noch gänzlich unbekannten Ursachen der akuten fieberhaften Ausschlagskrankheiten, zu denen die Maul- und Klauenseuche zweifelsohne zu rechnen ist, näher zu treten.

Zur näheren Erläuterung alles dessen, und zugleich mit besonderer Rücksicht darauf, daß der Leserkreis dieser Veröffentlichungen zum größeren Theil mit den näheren Verhältnissen nicht vertraut sein dürfte, sei Folgendes mitgetheilt.

Der Schaden, welchen die Landwirthschaft Deutschlands und der anderen europäischen Staaten durch die Seuche jährlich erleidet, ist sehr erheblich und beträgt sicher mehrere Millionen Mark; eine auch nur annähernd genaue Schätzung ist freilich nicht möglich. Dieser Schaden entsteht zum größten Theil durch den Ausfall im Milchertrage, welchen die Krankheit bei Kühen mit sich bringt, ferner durch die Abnahme an Fleisch und Fett, durch die Beschränkung der Dienstleistung beim Zugvieh, sodann durch die gesetzlich geforderten Beschränkungen der Viehwirthschaft und endlich durch die zumeist vereinzelt auftretenden und fast nur junge Thiere betreffenden Todesfälle beim Rindvieh

und bei Schweinen. Gelegentlich, und wie es scheint nur strichweise, tritt die Krankheit aber in bösartiger Form auf und rafft vorwiegend das erwachsene Rindvieh in Massen dahin. In dieser Weise wüthete die Seuche im Herbst 1892 in Süddeutschland, insbesondere in Württemberg und Oberbayern. Wegen der außerordentlich viel höheren Sterblichkeitsziffer und wegen des heftigeren Auftretens der örtlichen Krankheitserscheinungen ist die bösartige Form verschiedentlich als eine besondere Krankheit angesehen.

Die Maul- und Klauenseuche stellt sich beim Rindvieh in ihrer gewöhnlichen, mit seltenen Todesfällen einhergehenden Form als eine akute fieberhafte Allgemeinerkrankung dar, mit nachfolgender Bildung von Blasen und geschwürigen Zerstörungen an der Schleimhaut des Maules und der Nase, außerdem nicht so regelmäßig auch an den Klauen, den Strichen der Euter und, ganz vereinzelt, auch an dem Grund der Hörner. Diese örtlichen Erkrankungen und die daraus für das kranke Thier sich weiter ergebenden Beschwerden, starker Speichelfluß und verminderte Nahrungsaufnahme wegen der Schmerzen beim Kauen, Lahmgehen u. s. f. sind das für die Diagnose der Krankheit entscheidende und im weiteren Verlauf derselben am meisten in die Augen springende Merkmal. Sie bestehen meist 1—2 Wochen, während das Fieber schon am 2. bis 4. Tage abfällt. Aber auch nach ihrer Abheilung vergehen oft Wochen, ehe das Allgemeinbefinden insonderheit der Milchertrag des Thieres das frühere Verhältniß wieder erreichen.

Schon mit Rücksicht darauf, daß die örtlichen Veränderungen dem Ausbruch des Fiebers erst nachfolgen, muß man die Krankheit zu den akuten fieberhaften Ausschlagskrankheiten zählen. Auch betrifft die Bläschenbildung zu regelmäßig immer wieder dieselben Körperstellen, als daß man annehmen dürfte, die Krankheit bestände lediglich in einer örtlichen schwer fieberhaften Ansteckung, etwa nach Art des Milzbrandkarbunkels.

Bei Schafen verläuft die Krankheit meist erheblich milder. Insonderheit sind die Blasen im Maule sehr klein und meist nur ein bis zwei Tage erkennbar. Zu eigentlicher Geschwürsbildung kommt es dann dabei überhaupt nicht. Auch wenn die Klauen ergriffen sind, ist der Verlauf durchschnittlich leichter wie beim Rindvieh. Bei Schweinen besteht die Erkrankung hauptsächlich in Blasenbildung am Rüssel und an den Klauen, und an letzteren findet vielfach völlige Loslösung der Hornkapseln statt. Daß die Erkrankung der Schafe und Schweine thatsächlich dieselbe Seuche wie die des Rindviehs ist, haben zahlreiche wechselseitige Uebertragungen von der einen Thiergattung zur anderen dargethan.

Dagegen ist eben dieser Zweifel für die oft behauptete Möglichkeit der Uebertragung auf Menschen noch nicht gehoben. Insonderheit ist der Einwurf, daß bei letzteren es sich um die auch ohne Zusammenhang mit Maul- und Klauenseuche oft zu beobachtenden Herpesbläschenausschläge nach sogenanntem fieberhaftem Magenkatarrh oder um Skorbut gehandelt habe, wohl in keinem Falle mit Sicherheit zu widerlegen. Dazu würde eben der Nachweis des gemeinsamen Krankheitserregers erforderlich sein.

Durch vielfältige Beobachtungen der Landwirthe und Thierärzte ist es zweifellos, daß der Ansteckungsstoff sich im Geifer der mit Blasenbildung im Maul erkrankten Thiere findet. Der jetzt fast allgemein geübte Brauch, bei Ausbruch der Seuche in einem Stalle alle noch anscheinend gesunden Thiere zu „impfen", d. h. in diesem Falle,

durch Einstreichen des Geifers eines kranken in's Maul anzustecken — um so die Dauer der Epizootie und damit die lästige Zeit der gesetzlichen Verseuchterklärung für das Gehöft möglichst abzukürzen — beruht auf dieser Erfahrung und thut in jedem Falle von Neuem ihre Richtigkeit dar. Ingleichen liegen viele Beobachtungen vor, wonach die an den Strichen der Euter befindlichen Blasen die Uebertragung der Krankheit vermitteln, und zwar solle dies beim Melken besonders geschehen, denn die nebenstehenden Thiere seien außer am Maule auch am Euter und außerdem nach einander in der Reihenfolge erkrankt, in welcher sie gemolken zu werden pflegten. Es ist mir indessen kein völlig einwandsfreier Versuch darüber bekannt geworden, etwa derart, daß streng abgesondert stehende Thiere damit angesteckt wären.

Dem Inhalt der charakteristischen Blasen hat naturgemäß die Forschung nach der Krankheitsursache ihre ganze Aufmerksamkeit gewidmet.

Im Sommer 1885 bereits fand Klein[1]) in dem Blaseninhalt an der Klaue eines Hammels Streptokokken, welche er weiterzüchtete. Soweit aus der Beschreibung ersichtlich, unterschieden sich diese nicht von den überall verbreiteten langen Streptokokken. Die mit besonderer Sorgfalt angefertigten Abbildungen der gefärbten Gewebeschnitte aus der Umgebung der Blase zeigen die zahlreichen Hohlräume, aus welchen sich die Blase zusammensetzt, überall mit den Kettenkokken angefüllt. Die Einspritzung einer Kultur derselben unter die Haut rief bei Schafen nur mehrtägige Temperatursteigerung, die Verfütterung aber bei einigen Thieren Blasenbildung an den Klauen, jedoch ohne Fieber, hervor. Im Inhalt dieser Blasen fanden sich die Streptokokken in derselben Weise wieder wie bei dem erstuntersuchten Thiere. Schafe, welche zuerst eine Einspritzung erhalten hatten, erkrankten nicht mehr mit Blasenbildung. Klein glaubte auf Grund dieser Versuche die genannten Streptokokken als die Ursache der Maul- und Klauenseuche bezeichnen zu dürfen. Demgegenüber ist der Einwand zu erheben, daß die Kulturen, weil aus unmittelbarer Uebertragung des Blaseninhalts ohne Dazwischentreten der Plattenkultur erhalten, keine sichere Reinkultur darstellten, ferner, daß keineswegs alle Versuchsthiere nach der Verfütterung derselben erkrankten und endlich, daß anscheinend nicht genügende Vorsichtsmaßregeln gegen eine zufällige Ansteckung auf anderem Wege getroffen waren.

Auf einem ganz anderen Wege glaubte Siegel[2]) die Frage entscheiden zu sollen. In den Jahren 1888 bis 1891 herrschte in Britz bei Berlin neben der Maul- und Klauenseuche der Hausthiere eine bösartige skorbutähnliche Epidemie der Einwohner. Es sollen von den 9000 Einwohnern etwa ²/₃ erkrankt sein, mit einer Sterblichkeit von

[1]) Klein, On the etiology of Foot-and-Mouth Disease. 15th Annual Report of the Local Government Board. Supplement pp. for 1885. London, Her M. Stat. Office 1886.

[2]) Siegel, Die Mundseuche des Menschen (Stomatitis epidemica), deren Identität mit der Maul- und Klauenseuche der Hausthiere, und beider gemeinsamer Erreger. Deutsche med. Woch. 1891. Nr. 49. S. 1328 ff.

3% der Erkrankten. S. fand in den Organen der Verstorbenen ein sehr zartes, ovoides, in Kulturen dürftig wachsendes Bakterium. Dieses hielt er für die Todesursache und ferner, da die Uebertragung desselben auf Ferkel und Kälber Erscheinungen ähnlich denen der Maul- und Klauenseuche hervorrief, auch für die Ursache dieser Seuche.

Dagegen ist einzuwenden, erstens, daß trotz der reichlichen Verbreitung der Maul- und Klauenseuche in Deutschland an anderen Orten eine ähnliche bösartige Menschenseuche nicht beobachtet ist. Auch giebt Verfasser selbst zu, daß in solchen Einzelfällen beim Menschen, wo die Uebertragung vom Thier in Folge einer Verletzung und dergl. unzweifelhaft anzunehmen war, die Krankheit äußerst leicht, als Blasenbildung im Munde zumeist, verlief. Ferner sind die gegebenen Wachsthumsmerkmale der Kulturen nicht genügend, um das Bakterium von den zahlreichen ähnlichen bei bakteriologischen Arbeiten anzutreffenden Arten zu unterscheiden. Auch hat Siegel bei der der Krankheit am meisten ausgesetzten Thiergattung, dem Rindvieh, überhaupt keine ursprüngliche Krankheitsfälle untersucht, sondern nur bei Hammeln und Pferden, welch' letzterer Erkrankungsfähigkeit entschieden anzuzweifeln ist. Hier fand sich angeblich derselbe Bazillus, aber bereits mit sehr erheblicher Abnahme der Virulenz. Endlich giebt auch die Beschreibung der durch seine Impfversuche erzeugten Thierkrankheit nicht die Ueberzeugung, daß auch wirklich Maul- und Klauenseuche entstanden war.

Einen sehr bemerkenswerthen Befund hat Schottelius[1]) veröffentlicht. Seine Untersuchungen erstreckten sich auf den Inhalt möglichst frischer Bläschen an der Außenseite des Maules und der Nase bei Rindern. Hier fand er in allen Fällen, sofern nicht die daneben vorhandenen Verunreinigungen allzu zahlreich waren, Mikroorganismen, bezüglich deren er die Frage offen läßt, ob es sich um Bakterien oder um Amöben, Plasmodien u. dergl. handelt. Es sind „perlschnurartige Bildungen, in denen einzelne Individuen eine hervorragende Selbstständigkeit, Lebenskraft und Eigenbewegung zu besitzen scheinen." S. nennt dieselben zum Unterschiede von den gewöhnlichen Streptokokken S t r e p t o c y t e n. Die Züchtung gelang auf verschiedenen Nährböden, am besten auf solchen mit Zusatz von Glycerin und ameisensaurem Natron. Das Gesammtbild der Krankheit konnte allerdings mit den Reinkulturen nicht erzeugt werden; indeß rief Einspritzung derselben unter die Haut von Rindern — und nur bei diesen — hohes Fieber, starkes Geifern und Abgeschlagenheit hervor. Kranke Schafe und Schweine sind von S. nicht untersucht.

Auf diesen Befund Schottelius' werde ich an anderer Stelle ausführlicher zurückkommen, denn die Bakterienart, welche den Mittelpunkt der im Nachstehenden zu veröffentlichenden Arbeiten bildet, steht zweifellos in engster Verwandtschaft mit der eben besprochenen, wenn es nicht überhaupt dieselbe ist. Die scheinbar vorhandenen Widersprüche in unseren beiderseitigen Beschreibungen werden durch die neuen Merkmale, welche es mir aufzufinden gelang, zugleich in der Hauptsache ihre Erklärung finden.

[1]) Schottelius, M. Ueber einen bakteriologischen Befund bei Maul- und Klauenseuche. Centralblatt für Bakter. u. Paras. Band XI. S. 75 ff.

In jüngster Zeit endlich ist eine Veröffentlichung von Behla[1]) erschienen, wonach derselbe den Erreger der Seuche, wiederum in ganz anderer Gestalt als die vorhergehenden Forscher, gefunden haben will. B. beobachtete Blut und Blasenlymphe der kranken Thiere im frischen und gefärbten Präparat, ohne nähere Nachforschung auf die etwaige gleichzeitige Anwesenheit von Bakterien. Seine Ergebnisse sind in jeder Hinsicht anfechtbar. Die Beschreibung seines muthmaßlichen Krankheitserregers im Blut läßt Nichts erkennen, welches ihn von den, im Blute fiebernder Kranker wohl besonders reichlich vorhandenen Blutplättchen unterschiede. Es kommt hinzu, daß B. überhaupt mit keinem Worte der letzteren Erwähnung thut. Ebensowenig glaubhaft erscheint das Dasein des Sporulationsstadiums, welches „durch mehrtägige langsame Eintrocknung von Flüssigkeiten, die das Aphthenseuchekontagium enthielten" entstanden war. Die Beschreibung der hier entstandenen Gebilde würde z. B. ebenso gut auf eine einzelne Streptocytenkugel Schottelius' oder auch auf die bei solchen Eintrocknungen bakterienhaltiger Flüssigkeiten entstehenden Niederschläge und Krystallbildungen passen.

I. Untersuchungen bei der Seuche im Kreise Nieder-Barnim.

Die nachstehenden Untersuchungen wurden in erster Linie ermöglicht durch die dankenswerthe Mitwirkung des Herrn Prof. Eggeling, zugleich Kreisthierarzt für Nieder-Barnim, durch welchen ich von jedem neugemeldeten Ausbruch der Seuche sogleich Kenntniß erhielt und zugleich wiederholt an Ort und Stelle Belehrung über die Sicherheit der Diagnose und Unterstützung bei der Entnahme der Krankheitsstoffe erlangte.

Insgesammt sind 5 verschiedene Seuchenherde untersucht:

1. Am 24. Mai 1892 bei dem ca. 60 Stück betragenden Rindviehbestande des städtischen Rieselgutes Hellersdorf, woselbst die Krankheit seit ca. 8 Tagen bestand. Bei zwei vor 24 bis 48 Stunden erkrankten, 39,8° bezw. 40,3° messenden Thieren wurde Blut aus der Ohrarterie bezw. einer Schwanzvene, bei 3 anderen schon längere Zeit kranken der leicht getrübte Inhalt von Blasen an den Strichen der Euter durch Absaugen in Kapillarröhrchen entnommen.

2. Am 3. Juni bei dem ca. 40 Stück zählenden Rindviehbestand des Majoratsgutes zu Buch, etwa 8 Tage nach Ausbruch der Seuche. Bei 2 Thieren mit Blasen im Maul wurde der herabtriefende Speichel, bei 2 anderen der leicht getrübte Inhalt von Euterblasen entnommen.

3. Am 27. Juni bei dem ca. 50 Stück starken Rindviehbestand des Rittergutes Schmetzdorf bei Bernau, etwa 4 Tage nach Beginn der Seuche. Es wurden 4 Thiere untersucht und zwar bei 2 der Inhalt der Euterblasen, außerdem bei einem dieser und noch 2 anderen der Speichel, bezw. der mit Watte abgewischte Belag der offenen

[1]) Behla, R. Die Frage der Klauen- und Maulseuche nebst Bemerkungen über die akuten Exantheme beim Menschen. Centralbl. für Bakteriol. u. Parasit. Band XIII Nr. 2, S. 50 ff.

Blasen im Maule. In letzterer Weise wurden ferner 2 vor 8 Tagen erkrankte Hammel untersucht, welche noch Reste von Blasenbildung im Maule erkennen ließen.

4. Am 15. Oktober bei einem 12 Thiere starken Rindviehbestand zu Bernau in der Brüderstraße der Speichel eines seit 3 Tagen mit Blasenbildung im Maul erkrankten Thieres.

5. Am 12. November abermals auf dem Gute Schmetzdorf bei einem Bestand von 18 neu zugekauften Milchkühen, auf welche Ende Oktober die Seuche von der Stadt Bernau aus übertragen war. Es fand sich noch bei einer vor 12 Tagen erkrankten Kuh eine Zehnpfennigstück große Borke am Euter als Ueberbleibsel der sehr zahlreich dort vorhanden gewesenen Blasen. Die nässende Fläche unter dieser Borke wurde mit steriler Watte abgewischt und letztere untersucht.

6. Sind endlich auch die Untersuchungen an einem Kalbe und 2 Hammeln hierher zu rechnen, bei welchen ich in dem auf dem Gebiete der städtischen Abdeckerei liegenden Stalle des Kaiserlichen Gesundheitsamts mit dem am 27. Juni zu Schmetzdorf gewonnenen Speichel eines kranken Thieres die Krankheit erzeugt hatte. Hier wurde der Grund der Blasen im Maule durch Abwischen mit Watte untersucht.

In allen diesen Fällen hatte ich die Aufmerksamkeit besonders auf die Euterblasen gerichtet, einmal weil hier die Reinigung der Umgebung sich besser als am Maule bewerkstelligen ließ, — wie denn auch in der That bereits die ersten Untersuchungen ergaben, daß man es hier mit möglichst wenigen Arten von Keimen zu thun hat — sodann, weil dieser örtliche Krankheitsherd wohl nur ausnahmsweise zugleich den Ort der ersten Ansteckung darstellt, vielmehr, ebenso wie die Klauenerkrankung, als eine reine Ausscheidung des Krankheitsstoffes betrachtet werden darf. Diese Erwägung schließt zugleich den Einwand aus, daß der regelmäßige Befund einer bestimmten Bakterienart sich lediglich dadurch erklärt, daß dieselbe neben dem eigentlichen, unbekannten Krankheitserreger von Thier zu Thier mit übertragen werde.

Anfänglich richtete ich das Augenmerk in gleichem Maße auf das Blut, den Speichel und den Inhalt der Blasen.

Das unmittelbar nach der Entnahme mit einem Tröpfchen Hammelserum-Bouillon versetzte und so unter dem Deckgläschen flüssig erhaltene Blut wurde mehrere Tage lang fortwährend mit dem auf 37° geheizten Mikroskop unter Zeiß Homogen. Imm. $^1/_{12}$ beobachtet. Die weißen Blutkörperchen behielten hierbei ihre Beweglichkeit bis nahezu 24 Stunden bei. Es gelang auf diesem Wege nicht, irgend welche Parasiten zu entdecken.

Die Aussaaten größerer Mengen (etwa 0,1 bis 3 ccm) des Blutes in verschieden flüssige Nährböden und auf Agarplatten ergaben zumeist keinerlei Bakterienwachsthum. Vereinzelt gingen 2 Arten großer Kokken auf, welche als von der Haut her stammende Verunreinigungen betrachtet werden mußten.

Die Untersuchung von Färbepräparaten endlich blieb gleichfalls ergebnißlos; insbesondere auch die mit wässriger Gentianaviolettlösung angefertigten Bilder zeigten nirgends Gebilde, welche man hätte als Parasiten deuten dürfen. Die auch im gesunden Blute zu findenden Blutplättchen und die sogen. Elementarkörnchen, welche beide

die genannte Farbe sehr reichlich aufnehmen, waren zahlreich vorhanden. Fig. 16 bis Fig. 18 zeigen dieselben nahezu in gleicher Weise im Blute eines hochfiebernden Thieres und vergleichshalber auch im Blute eines Masernkranken und eines Scharlachkranken zu Beginn des Ausschlags.

Die Untersuchungen des Speichels und des Grundes der Geschwüre im Munde erwiesen sich Anfangs, wegen der großen Menge und Verschiedenheit der darin enthaltenen Mikroorganismen, scheinbar als aussichtslos für die Gewinnung eines brauchbaren Ergebnisses. Dieses änderte sich von dem Augenblicke an, wo es gelungen war, bei der merkwürdigen, in den Euterblasen vorkommenden Bakterienart ein Zeichen zu finden, mittelst dessen jede Kolonie derselben inmitten eines Bakteriengewirres leicht erkannt werden konnte. Die von da ab angestellten Untersuchungen des Maulinhalts erstreckten sich nur noch auf die Feststellung dieser Bakterienart im Speichel und, da ich dieselbe nur in solchen Fällen fand, wo offene Blasen im Maule vorhanden waren, so bedeuten die hierbei erzielten Ergebnisse wohl sicher nicht mehr als den Nachweis eben dieser Bakterienart in den Blasen des Maules.

Der Inhalt der Blasen am Euter wurde durch Absaugen in Capillarröhrchen und durch Abwischen des Geschwürsgrundes, nach Abheben der Epidermis oder der bedeckenden Borke, mittelst steriler Watte entnommen. Wie schon erwähnt, fanden sich darin nur wenige Bakterienarten. Bei der Untersuchung des flüssigen, ungefärbten Blaseninhalts zeigten sich einzelne Kokken, Diplokokken und ferner Bildungen, welche den von Schottelius beschriebenen Streptocyten wohl sicher gleichzusetzen sind. Mangels ausreichenden Untersuchungsstoffs war es nicht möglich, dieselben zu photographiren. Ein im Allgemeinen zutreffendes Bild derselben geben indeß die Figuren 1 und 2 (Tafel XIII), welche dieselben in der Kultur im Hammelserum-Bouillon darstellen, woselbst annähernd dieselben Formen zu Tage treten. Es möge gleich hier hervorgehoben werden, daß die von Schottelius angeblich beobachtete Eigenbewegung weder im frischen Blaseninhalt noch auch in den Kulturen von mir gesehen ist. Vielleicht ist die tanzende Molekularbewegung bei denselben etwas lebhafter als bei den Bakterien im Allgemeinen. Dies erklärt sich aber wohl aus dem auffällig leichten spezifischen Gewicht der weiter unten zu erörternden Hülle dieser Bakterien.

Färbepräparate des Blaseninhalts zeigen Kokken verschiedener Größe, zu 2, 4 und in kurzen Ketten zusammenhängend.

Die Plattenaussaat des Inhalts der Capillarröhrchen, bezw. der durch Abwischen des Blasengrundes getränkten Watte in Gelatine- und Agarnährböden, welch' letztere auch Zusatz von ameisensaurem Natron oder, späterhin regelmäßig, von flüssigem Blutserum erhielten, ergab zumeist das Vorhandensein von 2 bis 4 verschiedenen Arten nebeneinander im Inhalt einer Blase. Im Ganzen sind auf diese Weise bei den verschiedenen Thieren 7 Arten reingezüchtet. 6 derselben zeigten keine Gesetzmäßigkeit im Auftreten, insofern sie in einem großen Theil der Fälle nicht gefunden wurden. Auch ließen sie sich von ähnlichen, bei bakteriologischen Arbeiten oft anzutreffenden Arten nicht genügend unterscheiden. Deshalb, und um die Grenzen dieser Arbeit nicht allzuweit auszudehnen, wurde nur ein Theil derselben auf etwaige krankheitserregende Eigenschaften

geprüft. Auch diese Versuche blieben ohne Ergebnisse. Die genannten Arten gehörten fast ausschließlich zur Gattung Streptococcus und Micrococcus tetragenus. Nur je einmal fanden sich Diplokokken und Bazillen. Von den Streptokokken, die in mehr als der Hälfte aller Blasen vorkamen, bewirkte die Mehrzahl im Wachsthum bei 37° starke Trübung der Bouillon und Bildung eines geringen lockeren Bodensatzes, bei 10 bis 30 gliedriger, geschlängelter Form der Ketten. Zweimal fanden sich Streptokokken, welche sehr reichlichen weichflockigen Bodensatz und sehr lange, oft mehr als 1000 gliedrige Verbände zeigten. Beinahe ebenso häufig fanden sich die nach zwei Richtungen sich theilenden Mikrokokken. Unter diesen sind zwei Formen zu unterscheiden: 1. ein auf der Gelatine üppig und nicht verflüssigend, in Gestalt eines goldgelben, leicht abhebbaren Belages wachsender; 2. ein nicht verflüssigender, auf der Gelatine langsam wachsender und einen schmalen grauweißen Belag bildender. Einmal fand sich ferner ein, in derselben Weise wie die vorgenannte Art auf der Gelatine wachsender Diplokokkus. Endlich zeigten auch die vorgenannten ziemlich feinen, unbeweglichen Bazillen dieses Wachsthum. Im Gegensatz zu den genannten fand sich die 7. Art, deren Beschreibung diese Zeilen in erster Linie zum Zweck haben, mit einer Ausnahme stets, und zwar in überwiegender Menge, im Inhalte der Euterblasen, und sie konnte ferner, was mir noch wichtiger erscheint, in allen Fällen im Speichel, bezw. im abgeriebenen Geschwürssaft der maulkranken Thiere nachgewiesen werden. Die eine Ausnahme betrifft eine kleine, wasserhellen Inhalt zeigende Blase am Euter einer zugleich maulkranken Kuh. Während im Speichel dieses Thieres der Nachweis gelang, konnten in dem Tröpfchen Blaseninhalt vom Euter nur spärliche Kolonien des dürftig wachsenden Micrococcus tetragenus gefunden werden.

Wie ich bereits in einer vorläufigen Mittheilung[1]) angegeben habe, gehört diese mit so großer Regelmäßigkeit auftretende Art zu den Streptokokken und unterscheidet sich auf den gebräuchlichen festen Nährböden durchaus nicht von den häufig im gesunden Körper und in der Leiche anzutreffenden Streptokokken. Das Wachsthum in der Bouillon dagegen läßt eine kleine Besonderheit erkennen, welche in der Mehrzahl der Fälle zur Erkennung der Art mit verwerthet werden kann: Es finden sich nämlich neben sehr regelmäßig gewachsenen Ketten mit durchaus gleichmäßig runder Form der einzelnen Zellen in jedem Röhrchen eine Anzahl, deren Zellen auffällig langgestreckt bis blasig-spindelförmig sind (vergl. Figur 13 Tafel XV). Besonders die letzteren Formen sind eigenartig und von den auch sonst bei Streptokokken hier und da im Verlaufe der Ketten zu beobachtenden erheblich dickeren, meist kreuzweise eingeschnürten Zellen leicht unterscheidbar. Bei der fortgesetzten Vergleichung von 8 aus verschiedenen Krankheitsfällen stammenden Kulturen zeigte es sich, daß diese unregelmäßigen Zellformen in dürftig wachsenden Kulturen besonders häufig vorkamen,

[1]) Jahresbericht über die Verbreitung von Thierseuchen im Deutschen Reiche. 6. Jahrgang. Das Jahr 1891, bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte zu Berlin. S. 65 ff.

während sie bei reichlichen Bodensatz bildenden nur vereinzelt zu finden waren. Man darf sie deshalb wohl als Verkümmerungserscheinung ansprechen.

Wie soeben erwähnt, zeigen die aus den verschiedenen Fällen erhaltenen Kulturen beim Wachsthum in der Bouillon, mikroskopisch betrachtet, kleine Abweichungen von einander. Die Mehrzahl ruft auf diesem Nährboden eine deutliche Trübung hervor, an die sich im Verlauf der nächsten Tage die Ausscheidung eines geringen lockeren Bodensatzes anschließt. Dieses würde der Wachsthumsform der kurzen Streptokokken Behring oder der starren Streptokokken Kurth entsprechen. Zwei der in meinem Besitz befindlichen Kulturen jedoch lassen die Bouillon nahezu klar und bilden von Anfang an einen ziemlich reichlichen lockeren Bodensatz von 10—40gliedrigen Ketten. (Vergl. Fig. 4 Tafel XIII). In den dürftig wachsenden sind die Ketten 3—20gliedrig und zeigen durchweg Schlängelung, die bei einer Kultur oft zu beinahe kreisförmiger Biegung der Ketten führt. Es sei hervorgehoben, daß eine jede Kultur die ihr eigenthümlichen kleinen Abweichungen während der Weiterzüchtung dauernd festhält.

Aus alledem erhellt, daß eine Unterbringung dieser Streptokokken in einem der bisher vorläufig aufgestellten Schemata nicht wohl möglich ist. Sie halten ziemlich die Mitte zwischen den beiden genannten Gruppen.

Unter 20° C. findet keine nennenswerthe Vermehrung statt. Berücksichtigt man dies und züchtet bei 22° bis 24°, so erhält man auch auf Nährgelatine ein Wachsthum, welches sich in Nichts von dem der gewöhnlichen Streptokokken unterscheidet. Im Gegensatz hierzu giebt Schottelius an, daß zum Wachsthum seiner Streptocyten 37° bis 39° durchaus erforderlich seien.[1])

Auch auf dem gewöhnlichen Agar sind die Verhältnisse dann wie bei den anderen Streptokokken. Die oberflächlich gelegenen Kolonien in Plattenaussaaten zeigen am Rande zierliche Schleifenbildungen von Ketten.

Die Einspritzung der Kulturen unter die Haut von weißen Mäusen erzeugt keinerlei Krankheitserscheinungen.

Wenn man sich nun bei Anwendung dieser Unterscheidungsmethoden beruhigte, müßte man zu dem Schlusse kommen: diese Streptokokken sind nachträglich in die Blasen eingewandert, wie das Streptokokken gerne zu thun pflegen, und haben für die Beurtheilung des Krankheitsbildes keinerlei Bedeutung. Diese Sachlage ändert sich mit einem Schlage, sobald man den Nährböden flüssiges Blutserum zusetzt und bei mindestens 30° C. züchtet. Es treten nun sogleich außerordentlich augenfällige Merkmale dieser Streptokokken hervor, und zwar im allgemeinen um so deutlicher, je mehr Blutserum zugesetzt wird.

Es mögen zunächst die Wachsthumsverhältnisse in unverdünntem flüssigem Kälberserum beschrieben werden, welches von einer Bouillonkultur aus geimpft wird. Nach 24stündigem Aufenthalt des mit etwa 6 ccm gefüllten Reagensröhrchens bei 37° erscheint die vor der Impfung völlig klare goldgelbe Flüssigkeit dicht getrübt, ohne Bodensatz. An der Oberfläche schwimmt eine hellgelbe Rahmschichte, die im Verlaufe

[1]) l. c. S. 80.

der nächsten 24 Stunden bis 3 mm Höhe erreicht. Läßt man das Röhrchen ruhig stehen, so wird die Flüssigkeit am dritten Tage völlig klar und die Rahmschichte verändert sich weiter nicht mehr. Die geringste Erschütterung lockert dieselbe indeß, und bei leichtem Schütteln vertheilt sie sich in der Flüssigkeit, um nach einigen Stunden ruhigen Stehens in derselben Form wiederzukehren.

Die mikroskopische Untersuchung der 24stündigen Kultur findet die Flüssigkeit dicht erfüllt von 3—10 μ dicken, unregelmäßig gestalteten, mitunter wurstförmigen, stark glänzenden Schollen, welche alles andere eher zu sein scheinen als Bakterien. Sehr selten sind an ihnen in regelmäßigen Abständen Einschnürungen zu erkennen. (Vergl. Fig. 5 u. 6, Tafel XIII). Diese Schollen lassen sich auf keine Weise mit Anilinfarben färben und heben sich in Trockenpräparaten von dem gefärbten Untergrunde als schwach wachsartig glänzende Lücken ab. Außerdem sind zahlreiche kleinste, glänzende, lebhaft tanzende Körnchen in der Flüssigkeit vorhanden. In älteren Kulturen fallen diese nicht mehr so häufig auf; wahrscheinlich kleben sie an den großen Schollen, welche auch ihrerseits später sich zu großen Haufen zusammenballen. Ein starker Druck auf das Deckgläschen verwischt diese Formen sogleich und es lösen sich nun auch wieder die kleinsten tanzenden Körnchen ab.

Ganz ähnlich ist das Bild in unverdünntem Rinderserum. In Hammelserum, in Schweineserum und in Pferdeserum dagegen ist das Wachsthum weniger reichlich. Die Rahmschichte bildet sich erst nach zwei Tagen, wird kaum 1 mm hoch und hat rein weiße Farbe. In der Flüssigkeit sind zwar auch reichlich großschollige Bildungen; dieselben haben indeß vorwiegend langgestreckte Form und lassen eine Gliederung deutlicher erkennen. Ihre Ränder erscheinen überall fein gezähnt, während bei den Kulturen in Kälberserum die Randlinien mehr gerade oder geschweift sind. (Als Beispiel möge die aus verdünntem Hammelserum stammende Kultur Fig. 2, Tafel XIII dienen.)

In Kulturen von $^1/_3$ Serum und $^2/_3$ Bouillon ist, sofern Kälberserum gewählt wurde, die Rahmschichte sehr gering, bei den andern Serumarten fehlt sie ganz. An Stelle dieser bildet sich bereits nach 24 Stunden ein im Vergleich mit anderen Streptokokkenkulturen sehr reichlicher, locker zusammenhängender Bodensatz, welcher vereinzelt die großscholligen Gebilde, daneben aber hauptsächlich solche enthält, welche den merkwürdigen, im frischen Inhalt der Bläschen vorkommenden Gebilden gleichen. Bereits diese Bilder (Fig. 1, Tafel XIII) lassen kaum noch einen Zweifel darüber, daß es sich um Streptokokken handelt, welche in einer stark lichtbrechenden Hülle sitzen. Wenn auch die einzelnen Glieder sehr unregelmäßig geformt und hier und da mit glänzenden Vorsprüngen versehen sind, so ist doch die Kettenform unverkennbar. Ist sehr wenig Serum zur Bouillon hinzugefügt, so finden sich vorwiegend dieselben Ketten, wie in einfachen Bouillonkulturen, und nur einzelne Glieder oder einige kurze Ketten zeigen die größere Form, oder es sitzt auch nur an einzelnen Zellen hier und da ein glänzendes Körnchen auf.

Einen zweifellosen Beweis für die Kettennatur geben nun auch die Färbepräparate. In der ungefärbten Hülle, welche ihrerseits sich von dem schwach gefärbten Untergrunde deutlich abhebt, liegen die dunkel gefärbten Kokken und Ketten

(vergl. Fig. 3, Tafel XIII und 10—12, Tafel XIV und auch die sehr überzeugenden Bilder der Klatschpräparate einer Oberflächenaussaat auf Serumagar Figur 14). Hier tritt zugleich eine weitere Eigenschaft hervor, welche in Bouillonkulturen nicht gefunden wurde, nämlich die unzweifelhafte Andeutung einer Theilung auch in der Querrichtung der Ketten. Die Lichtdruckbilder geben die feinen Theilungslinien leider nicht mehr mit Sicherheit wieder. Eine ähnliche Beobachtung ist bereits bei Streptokokken anderer Herkunft gemacht, so von Löffler bei Streptokokken, welche aus diphtherischem Belage gezüchtet waren. Was aus diesen quergetheilten Zellen weiter wird, ist schwer festzustellen. Möglicherweise sind die nicht selten vorhandenen Ketten mit auffällig kleinem Durchmesser der Zellen Abkömmlinge derselben. Zu dieser Vermuthung geben Bilder wie in Figur 10 links unten Veranlassung.

Dieses Verhalten in Blutserum erweist sich zugleich als ein bequemes Merkmal zum schnellen Erkennen dieser Organismen, die ich wegen ihrer Hülle als Streptococcus involutus bezeichnen möchte, im Gemisch mit anderen Bakterien, insbesondere anderen Streptokokken. Durch unmittelbare Uebertragung einer Oese voll des Blaseninhalts oder des Maulsaftes kranker Thiere in Serumbouillon ist es fast stets gelungen, nach 24stündigem Wachsthum bei 37° die auffälligen umhüllten Formen, selbstredend immer in nicht angetrockneten, ungefärbten Präparaten, zu sehen. Die im Blaseninhalt nebenbei enthaltenen anderen Arten kamen wiederholt hierbei überhaupt nicht zur Entwicklung und wurden erst durch die Plattenaussaat erkannt.

Ein nicht minder sicheres und für die Arbeiten auf diesem Gebiete noch brauchbareres Merkmal ist die Form der Kolonien in Agarplatten, welche nach Zusatz von flüssigem Blutserum gegossen sind. Diese Methode erfordert eine gewisse Uebung, gelingt dann aber in jedem Falle leicht. Dem aufgelösten und bei 40° C. flüssig gehaltenen Agarröhrchen setzt man, nach Abglühen des Randes des Reagensröhrchens, 1 bis 3 ccm des ebenso warmen Blutserums zu (mittels Pipette oder einfacher durch Uebergießen von einem Reagensröhrchen in das andere), schüttelt einmal um, impft und gießt in ein Petri'sches Schälchen aus. Der Nährboden bleibt nach dem Erstarren meist völlig klar, besonders, wenn Kälberserum gewählt wurde, dagegen entstand wiederholt bei Anwendung von Serum einer bestimmten Herkunft sogleich nach dem Mischen eine schwer zu entfernende Trübung; besonders häufig wurde dies bei Hammelserum beobachtet. Die Gründe hierfür ließen sich nicht ermitteln.

Nach 24stündigem Wachsthum bei 37° erscheinen die Kolonien erheblich größer als in gewöhnlichen Agarplatten, und eine jede ist nach allen Richtungen hin umgeben von einem, je nach Menge des zugesetzten Serums, mehr oder minder dichten Hofe stark lichtbrechender Körner. Schon nach Zusatz von 1 bis 2 Tropfen Serum zu 6 ccm Agar tritt ein kleiner, aus locker zusammenliegenden Körnern gebildeter Hof zu Tage. War Kälberserum gewählt, so ist die Farbe der Kolonien goldgelb, bei Zusatz von Hammel-, Schweine- oder Pferdeserum weiß. Die vom Hof umgebenen Kolonien sind, sofern sie nicht wegen dichter Aussaat der Platte allzu klein geblieben waren, schon mit bloßem Auge von denen der anderen Arten unterscheidbar. Die Anwendung einer schwachen Vergrößerung (Zeiß AA, Okular 2) benimmt bereits jeden Zweifel, ob man nicht vielleicht eine nahe der Oberfläche gelegene Kolonie mit nachträglicher oberfläch-

licher Ausbreitung vor sich habe, denn diese Vergrößerung löst den Hof in die einzelnen Körner auf und läßt deren scharf getrennte Lage in den verschiedenen Ebenen des Gesichtsfeldes und ihren starken Lichtglanz erkennen, ganz abgesehen davon, daß man auch durch Einstellen der mittleren Schichte der Platte sich vor jenem Irrthum schützen kann. Es kommen allerdings nicht selten auch oberflächlich wachsende, oder auch am Boden der Schale zwischen Agar und Glas sich ausbreitende Kolonien des Strept. involutus vor. Diese zeichnen sich, wie alle Streptokokkenkolonien, durch dichtes Zusammenliegen der Keime aus, welche nur am Rande in Gestalt von feinen Schleifen und Strichen im Einzelnen erkennbar sind. Die zunächst darunter bezw. darüber liegenden Theile des Serumagars sind dann aber gleichfalls von den glänzenden Körnern erfüllt. (Fig. 8 und 9 zeigen in der mittleren Schicht der Platte gelegene Kolonien, bei 40 f. bez. 125 f. Vergrößerung.)

Die Anwendung starker Vergrößerung (Zeiß Homog. Imm. $^1/_{12}$) ergiebt, daß die Formen der Körner untereinander sehr verschieden sind. Einige sind mehr platt, quadratisch, andere mehr länglich, prismatisch, wieder andere pyramidenförmig u. s. f. Ganz mathematisch-regelmäßige Formen kommen kaum vor. In der Nähe der Kolonie sind die Körner am größten und liegen am dichtesten zusammen. Mit der steigenden Entfernung von der Kolonie nehmen sie allmählich an Größe und Häufigkeit ab. Die Grenze des Körnerhofes ist kaum festzustellen; es scheint, daß in einigermaßen dicht besäten Platten die feinsten Körnchen in dem Nährboden überall verbreitet sind. Bei mittleren Vergrößerungen, wie Fig. 7 u. 9, betrachtet, mißt der Durchmesser des erkennbaren Hofes nicht mehr als das 20fache des Durchmessers der Kolonie, gewöhnlich das 4- bis 6-fache. Nicht selten liegt die Kolonie nicht in der Mitte des Hofes, ja oft am Rande desselben. Solche Bilder entstehen, wenn die bewachsenen Platten geschüttelt oder schräge gehalten sind; die festen Kolonien rutschen dann in der durch den Zusatz flüssigen Serums mehr oder minder locker gebliebenen Gallerte aus dem Körnerhofe heraus.

Die Bedeutung des Befundes des Streptococcus involutus für die Diagnose der Maul- und Klauenseuche.

Nach Feststellung der vorgenannten Merkmale war es die nächste Aufgabe, zu ermitteln, ob dieselben nur den im Blaseninhalt bei Maul- und Klauenseuche vorkommenden Streptokokken eigenthümlich sind, und ob auch andere Bakterienarten ein ähnliches Verhalten zeigen.

In Folge meiner früheren Arbeiten über die Unterscheidung der Streptokokken stand mir eine große Reihe von Reinkulturen derselben aus verschiedenster Herkunft zu Gebote.[1]) Die Prüfung von 14 derselben ergab in keinem Falle auch nur eine Andeutung einer Hülle oder der Bildung eines Körnerhofes in den mit Blutserum versetzten Nährböden. Zur Erläuterung dieses Unterschiedes diene die Fig. 7, Tafel XIV,

[1]) H. Kurth, Ueber die Unterscheidung der Streptokokken u. s. w. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundh.-A. Bd. VIII, S. 468 u. 469.

welche eine Mischkultur des Streptococcus involutus mit dem von mir aus dem Inhalte der Eiterblasen bei Impetigo contagiosa gezüchteten Streptococcus[1]) darstellt. Neben 5 durch ihre dunkelschwarze Färbung auf dem Bilde bereits auffallenden Hofkolonien des Strept. involutus, von denen die 3 großen und eine kleinere scharf eingestellt sind, liegen auf der linken Hälfte des Gesichtsfeldes 6 Kolonien der anderen Art, durch das Fehlen der Höfe und durch hellere Zeichnung erkenntlich. 2 derselben liegen gerade am Rande des Körnerhofes.

Abgesehen von der Vergleichung mit den erwähnten Reinkulturen sind noch eine große Anzahl Prüfungen streptokokkenhaltigen Speichels von gesunden Menschen und Thieren in derselben Weise ausgeführt. Ferner wurden Reinkulturen von nicht pathogenen Streptokokken, welche ich während meiner Arbeiten über Maul- und Klauenseuche aus Abszessen und den inneren Organen von Kälbern und Rindern erhielt, auf das Merkmal geprüft, stets ohne Erfolg. Auf Grund aller dieser Versuche einerseits und der Thatsache andererseits, daß der Streptococcus involutus in allen untersuchten Fällen von Maul- und Klauenseuche gefunden wurde, ist die Behauptung gerechtfertigt:

Der Streptococcus involutus ist ein regelmäßiger Befund auf dem Grunde der Bläschen bei der Maul- und Klauenseuche des Rindviehs, und, da er anderweitig sich nicht findet, zugleich ein Erkennungszeichen dieser Krankheit.

Die gleichzeitig auf andere Bakteriengattungen ausgedehnten Untersuchungen ergaben alsbald, daß bei 2 Gruppen pathogener Mikrokokken nach Zusatz von Blutserum ähnliche Erscheinungen auftreten, nämlich bei den aus Eiter gezüchteten Staphylokokken, sowohl bei dem St. p. aureus wie bei albus, und bei einigen Arten von Micrococcus tetragenus. Im Allgemeinen ist das Merkmal hier bei Weitem nicht so ausgeprägt vorhanden, wie bei dem Strept. involutus. Insbesondere gilt dies von den in flüssigen Nährböden gewachsenen Kulturen, in welchen meist eine nur geringe undurchsichtige Hülle gebildet wird. Dagegen ist der von einigen Arten erzeugte Körnerhof recht augenfällig und, wenn nur wenige Keime ausgesät waren, so dicht, daß er mit dem des Strept. involutus verwechselt werden könnte. Im Gegensatz zu dem letzteren fehlt er aber in dichtgesäten Plattenaussaaten der Reinkultur (ca. 150 Kolonien im □cm), und außerdem tritt er nicht bei Zusatz aller der oben erwähnten Serumarten auf. Zu seiner Erzeugung fand ich für die genannten Bakterienarten bis jetzt nur Kälberserum wirksam, während Hammelserum überall versagte. Insofern dürfte der Zusatz von Hammelserum bei Plattenaussaaten zum schnellen Auffinden des Strept. involutus in Bakteriengemischen vorzuziehen sein. Dasselbe hat allerdings den Nachtheil, daß seine Mischungen mit dem Agar sich viel häufiger trüben und daß der Körnerhof nicht ganz so augenfällig ist. Nach meinen bisherigen Erfahrungen kommen die genannten, Körnerhöfe bildenden Arten im Inhalte der Blasen von Maul- und Klauenseuche nur sehr selten vor. Die einzige Form der

[1]) H. Kurth, Ueber das Vorkommen von Streptokokken bei Impetigo contagiosa. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundh.-A. Bd. VIII, S. 294 ff.

Art, welche ich einmal aus Blaseninhalt aus Bayern gezüchtet habe, einen traubenförmig wachsenden Micrococcus tetragenus, werde ich im anderen Zusammenhange näher besprechen.

Es ist hier noch einer anderen Form der Hofbildung zu gedenken, welche dem soeben besprochenen Merkmale wohl sehr nahe steht. Dieselbe fand sich bei einem feinen Bazillus, der im Maulschleim von gesunden Hammeln und Kälbern häufig vorkommt und auch während der Erkrankung an Maul- und Klauenseuche nicht daraus verschwindet. Derselbe wächst nur bei Bruttemperatur. In Bouillon ruft er gleichmäßige Trübung und Bildung eines kleinen Bodensatzes hervor und tritt dabei in langen, vielfach winklig geknickten Scheinfäden auf. In Serumbouillon bildet er keine undurchsichtige Hülle, sondern wächst gerade so wie in Bouillon. In der Serumagarplatte sind seine Kolonien, makroskopisch betrachtet, von einem trüben blaßgrauen Hofe, etwa von der Breite des Durchmessers der Kolonie, umgeben, welcher sich von dem gelblichen Nährboden scharf abhebt. Das Bild dieses Hofes läßt sich, auch bei stärkerer Vergrößerung, zunächst nicht in einzelne Körner auflösen, während die äußere Grenze desselben ganz deutlich zu erkennen ist — im Gegensatz zur Gestalt des Körnerhofes, der sich unmerklich in der Umgebung verliert. In älteren, halbeingetrockneten Plattenaussaaten zeigt sich in der Nähe der Kolonie eine sehr blasse Zeichnung, wie von dicht nebeneinander liegenden Körnern.

In derselben Art wie dieser Bazillus bildete einmal der Streptococcus involutus seinen Hof, nämlich bei Zusatz von Kälberserum, welches aus dem auf der Höhe der Krankheit entnommenen Blute gewonnen war. Die Gegenwart von Körnern war dabei nur in der nächsten Nähe der Kolonien ganz undeutlich zu erkennen.

Der Vollständigkeit halber sei endlich noch einer Wachsthumsart gedacht, welche, flüchtig betrachtet, Hofbildungen vortäuschen könnte. Es handelt sich um einen die Gelatine schnell verflüssigenden Fäulniß-Bazillus, welcher die Agarplatten zumeist nach 24 Stunden schon dicht überzieht. Dieser erscheint in Serumagarplatten in ziemlich großen Kolonien, welche wiederum, oft in großem Umkreise, von zahlreichen kleineren und kleinsten, undeutlich mit einander verbundenen, umgeben sind. Eine Verwechslung ist in diesem Falle überhaupt wohl kaum möglich, schon aus dem Grunde, weil die am äußersten Rande liegenden Tochterkolonien oft fast ebensogroß wie die in der Mitte liegende sind.

Untersuchungen über die Beschaffenheit der undurchsichtigen Hülle und des Körnerhofes.

Es erschien von vornherein kaum zweifelhaft, daß die Körnchen des Körnerhofes und die undurchsichtige Hülle der Streptokokken wie auch die in der Serumbouillonkultur reichlich vorhandenen feinsten tanzenden Körnchen von gleicher Beschaffenheit sind, und im weiteren Verlauf der Untersuchungen hat sich kein Umstand ergeben, welcher dem widerspräche. Die gemeinsame Entstehungsursache, nämlich der Zusatz von flüssigem Blutserum unter gleichzeitiger Einwirkung einer Bruttemperatur von mindestens 30°, wies darauf hin, daß es sich um einen aus dem Blutserum durch die Lebensthätigkeit

des Streptoc. involutus unmittelbar oder mittelbar ausgeschiedenen Stoff handeln müsse. Mit der Annahme, daß dieser Stoff unmittelbar, im festen Zustande, von den Zellen ausgeschieden wird — eine Annahme, welche sich auf die dichte Anlagerung der undurchsichtigen Hülle an die Zellen stützen könnte, ist das Verhalten der Plattenkolonien schwer in Uebereinstimmung zu bringen. Wäre dieselbe richtig, so müßten die Plattenkolonien gleichfalls von jener Hülle gänzlich umschlossen sein. An Stelle dessen sehen wir aber die, aus hüllenlosen Kokken bestehende Kolonie von den örtlich scharf getrennten Körnern in weitem Umkreis umgeben, und, wenn wir das Bild dieses Körnerhofes ins Auge fassen, so ist der folgende Schluß viel wahrscheinlicher, daß nämlich von der in der Mitte liegenden Kolonie ein gelöster Stoff abgesondert wird, und zwar ist dieser entweder ein solcher, welcher aus dem umgebenden Blutserum diese gröberen und feinsten Körner zur Ausscheidung bringt, oder es ist der die Körnchen darstellende Stoff selbst, welcher durch die Lebensthätigkeit der Bakterienzelle aus der blutserumhaltigen Nahrung in löslicher Form erzeugt, und nun, in serumreicheren Nährböden schneller und reichlicher, in serumärmeren später, nach dem Austritt aus dem Bakterienleibe sich in fester Gestalt ausscheidet. Welche dieser beiden Muthmaßungen die richtige ist, vermag ich nach meinen bisherigen Versuchen nicht zu entscheiden.

Im Verfolg der weiteren Frage, welches die chemische Beschaffenheit dieser körnigen Ausscheidungen sei, lag die Annahme am nächsten, daß es Gerinnungen von Eiweiß seien, da sie ja nur bei Gegenwart von Blutserum auftreten. Diese Annahme hat sich aber nicht als haltbar erwiesen. Die diesbezüglichen Untersuchungen, welchen überall die Schwierigkeit entgegenstand, daß sie in stark eiweißhaltigen Nährböden stattfinden mußten, erstreckten sich vorwiegend auf Reinkulturen, die 24 bis 48 Stunden in reinem Kälberserum gewachsen waren Die gelbe Rahmschichte wurde vorsichtig abgehoben, mit destillirtem Wasser verdünnt und nun mikrochemisch untersucht. Es zeigte sich, daß weder starke Alkalien, noch Säuren die Hülle nennenswerth verändern. Nach Färbung mit der stark alkalischen Methylenblaulösung Löffler's, mit wässriger Gentianaviolettlösung u. s. f. blieben, auch nach stundenlanger Einwirkung und nach Anwendung erhitzter Lösungen, die an ihrer langgestreckten Form auch in Trockenpräparaten leicht wieder zu erkennenden umhüllten Ketten völlig ungefärbt. Sie heben sich als wachsartig glänzende Würste auf dem deutlich gefärbten (weil eiweißhaltigen) Untergrunde scharf ab. Es finden sich in solchen Präparaten immer einzelne gefärbte Ketten, vom gewöhnlichen Aussehen der Streptokokken. Dies rührt aber daher, daß sie nur eine kleine oder gar keine Hülle haben. Solche Ketten lassen sich auch im ungefärbten Bilde leicht auffinden.

Ebenso erfolglos verlief die Untersuchung des Körnerhofes in Serumagarplatten.

Die Thatsache nun, daß nach 2—3 stündiger Einwirkung 1prozentiger Osmiumsäure stark dunkelbraune Färbung der Hülle eintritt, legte die Vermuthung nahe, daß es sich um einen Fettkörper handele. Damit würde das leichte Gewicht der Hülle, welches durch die Bildung der Rahmschichte bekundet wird, ferner das starke Lichtbrechungsvermögen der Hülle und der Körnchen und die Ergebnißlosigkeit der oben erwähnten mikrochemischen Reaktionen im Einklang stehen.

Der nächstliegende Versuch, den fraglichen Fettkörper durch Ausziehen mittelst Aether zu gewinnen, glückte insofern, als es gelang, aus Kulturen in reinem Kälberserum nach wiederholtem Umschütteln einen hellgelben Aetherauszug zu erhalten, welcher beim Verdunsten auf weißem Papier einen schwachen Fettfleck hinterließ, und beim Verdampfen in der Glasschale goldgelbe Tröpfchen entstehen ließ, aus welchen nach Verlauf einiger Stunden feine Nadeln in Menge auskrystallisirten. Die gewogene Menge dieses Rückstandes betrug bei Untersuchung einer Kultur in 25 ccm Kälberserum 0,016 grm, d. i. also 0,064%. Die Untersuchung des Aetherauszuges der gleichen Menge sterilen Kälberserums ergab keinen nennenswerthen Rückstand.

Wegen der äußerst geringen Menge des entstandenen fraglichen Fettstoffes konnten die weiteren chemischen Versuche zur genaueren Feststellung des Körpers, insbesondere der Verseifungs- und Verbrennungsversuch, einstweilen nicht vorgenommen werden.

Die mikroskopische Untersuchung der mit Aether ausgeschüttelten Kulturen zeigte nun aber keine unzweifelhafte Verkleinerung oder Aufhellung der undurchsichtigen Hülle des Strept. involutus, geschweige denn ein völliges Verschwinden. Ebensowenig gelang es bei Trockenpräparaten an Deckgläschen, selbst nach 3stündigem Einlegen in Aether oder Chloroform, die Hülle soweit aufzulösen, daß überall Färbung der Ketten mit Anilinfarben möglich gewesen wäre. Nur die Hülle nahm nunmehr, wenn auch nur schwach, die Farbe (Gentianaviolet) an. Es ist also kaum zu zweifeln, daß die undurchsichtige Hülle im Wesentlichen nicht aus Fett besteht. Vielleicht ist der mit Aether ausziehbare Stoff zugleich darin enthalten.

Es sei hier noch einer Thatsache gedacht, welche mit den vorerwähnten Vermuthungen in Beziehung gebracht werden kann. Wenn den Agarplatten Hammelserum zugesetzt wurde, welches nach der von Kirchner angegebenen Weise durch Zusatz von 1% Chloroform sterilisirt und, zur Verflüchtigung des letzteren vor dem Gebrauch einen Tag bei 37° belassen war, so erfolgte die Vermehrung ebenso reichlich, d. h. die Kolonien wurden ebenso groß wie bei Zusatz von Serum, welches durch Hitze sterilisirt war, aber es kam nicht zur Bildung des Körnerhofes. Dieser Versuch ist dreimal, stets mit demselben Erfolge angestellt.

Wie schon an anderer Stelle angedeutet, ist die Mitwirkung von Bruttemperatur zum Zustandekommen der undurchsichtigen Ausscheidungen erforderlich. Beläßt man eine Serumagarplatte bei 20 bis 24°, so sind nach 3 Tagen die Kolonien zahlreich und groß entwickelt, aber es fehlt jede Spur des Körnerhofes. Züchtet man nun 24 Stunden bei 37° weiter, so findet er sich darnach in der gewöhnlichen Form vor. Werden andrerseits nicht allzu dicht besäte Platten nach 24stündigem Wachsthum bei 37° nunmehr bei 20 bis 24° belassen, so wird der Hof allmählich scheinbar kleiner, nämlich dadurch, daß die sich weiter vergrößernde Kolonie in denselben hineinwächst. In Wirklichkeit bleibt der Hof bei dieser Temperatur unverändert, wovon man sich leicht durch die Beobachtung von einzelnen nicht mehr wachsenden Kolonien überzeugen kann. Nach mehrtägigem Aufenthalt im Eisschrank nimmt der Lichtglanz der Körner erheblich ab.

Die nunmehr nahezu ein Jahr lang außerhalb des Körpers weitergezüchteten Kulturen haben keine Abnahme ihrer körnerbildenden Eigenschaft erkennen lassen. Auch

zeigten sie, daraufhin verglichen, untereinander keine nennenswerthe Unterschiede. Dagegen ist dieses letztere in erheblichem Maaße bei 2 weiteren, sogleich zu besprechenden Kulturen des Str. involutus der Fall, welche aus Untersuchungsstoff aus Bayern reingezüchtet worden sind.

Thierversuche.

Die im nachstehenden mitgetheilten Versuche sind unter der Leitung und fortgesetzten Begutachtung des Herrn Regierungsrath Röckl, Vorstand der Veterinärabtheilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts, ausgeführt. Dem genannten Herrn für die hierbei und in vielen anderen Punkten gegebene Förderung meiner Arbeiten Dank zu sagen, nehme ich auch an dieser Stelle gerne Anlaß.

Die Entscheidung der Frage, ob der Streptococcus involutus als die Ursache der Maul- und Klauenseuche anzusehen ist, konnte in unzweideutiger Weise nur durch den Thierversuch erbracht werden. Der erste Schritt hierbei mußte sein, womöglich durch Einreibung der Reinkulturen in das Maul der für die Krankheit empfänglichen Thierarten das Krankheitsbild ebenso zu erzeugen, wie dies durch die Verreibung des Geifers kranker Thiere bekanntlich thatsächlich geschieht.

Der in dieser Weise angestellte Versuch ist erfolglos geblieben. Im Juli 1892 sind in einem gesonderten, streng abgesperrten Stalle bei 3 Kälbern und 2 jungen Hammeln zu mehreren Malen 1 bis 5 ccm von 1tägigen Kulturen des Strept. involutus in Bouillon, Kälber- und Hammelserum zuerst in die unversehrte Mund- und Nasenschleimhaut, später auch nach vorgängiger Anlegung von Schnitt- und Rißwunden, eingerieben und darauf die Thiere jedesmal 8 Tage lang durch Temperaturmessung u. s. w. beobachtet. Um möglichst frische Generationen des Pilzes zu verwenden, wurde in einem Falle einem Kalbe und einem Hammel die 16 Stunden lang bei 37° gehaltene unmittelbare Aussaat des am Tage zuvor entnommenen Inhalts einer frischen Euterblase in Kälberserumbouillon eingerieben. Diese Kultur enthielt neben massenhaften Keimen des Strept. involutus noch 2 der auf Seite 446 aufgeführten Arten. Die Keime des Strept. involutus waren jedesmal nach der Einreibung bis zu 2 Tagen im Maulschleime nachweisbar.

In keinem Falle haben sich Krankheitserscheinungen eingestellt. Der Einwand, daß die Thiere vielleicht schon vordem die Seuche durchgemacht hätten und nun immun seien, wurde im Juli zum Schluß der Versuche durch Impfung eines Kalbes und eines Hammels mit 24 Stunden altem Geifer eines frisch erkrankten Thieres widerlegt. Der Hammel erkrankte noch am selben Tage, das Kalb nach 3 Tagen mit allen Erscheinungen der Krankheit. Am 4. Tage erkrankte auch der andere, nicht geimpfte Hammel, welcher sich im selben Stalle befand. Alle 3 Thiere fieberten 2 bis 3 Tage hoch, bei den Hammeln trat je eine 24 Stunden lang zu beobachtende kleine Blase am zahnlosen Oberkieferrande auf, bei dem Kalbe an derselben Stelle große und tiefgehende Geschwüre, in deren Absonderung nunmehr der Strept. involutus 11 Tage lang, anfangs in großen Mengen, nachweisbar war.

Bei den Hammeln konnte derselbe ebensowenig, wie bei den 2 in Schmetzdorf

am 27. Juni untersuchten gefunden werden. Es muß aber betont werden, daß die bei dieser Thiergattung in vorliegendem Falle und auch sonst nur vorübergehend und in kleinster Form auftretenden Bläschen des Maules wohl nicht der geeignete Ort zum Aufsuchen des Krankheitskeimes sind, sondern das Augenmerk richtiger auf die in größerem Umfange sich zeigenden Klauenerkrankungen zu lenken ist. An dieser Stelle fand ja auch Klein seine Streptokokken. Leider sind mir solche Fälle in diesem Sommer nicht zu Gesicht gekommen.

Der Vollständigkeit halber füge ich hier bei, daß ich an Schweinen, mangels Untersuchungsstoffs, überhaupt keine Untersuchungen habe anstellen können.

Nachdem der Einreibeversuch erfolglos geblieben war, wurden bei 2 Hammeln Einspritzungen von 1 bis 2 ccm einer Reinkultur in Serumbouillon unter die Haut gemacht. Auch in diesem Falle gelang es nicht, das vollständige Krankheitsbild zu erzeugen. Indeß trat jedesmal 6 bis 10 Stunden nach der Einspritzung eine Steigerung der Temperatur um 1 bis 2 Grad ein, welche 24 Stunden anhielt. Während dieser Zeit erschienen die Thiere auch im Ganzen krank. Daß dieses vorübergehende Fieber einer Durchseuchung noch nicht gleich kommt, wurde durch den am 4. Tage nach der Einspritzung erfolgenden, abermals mit hohem Fieber einhergehenden Ausbruch der wirklichen Krankheit bei dem einen (oben erwähnten) Thiere, welches sich anderweitig angesteckt hatte, so gut wie sicher erwiesen. Im Dezember 1892 haben 2 weitere Hammel Einspritzung der norddeutschen Kultur erhalten, abermals mit dem gleichen Erfolge.

Dagegen hat der gleiche Versuch, mit 3 ccm einer Reinkultur in Kälberserum-Bouillon bei einem noch nicht durchseuchten Kalbe ausgeführt, keinerlei Krankheitserscheinungen erzeugt.

Schottelius[1]) dagegen hat mit seinen Reinkulturen bei Kälbern und Jungrindern Fieber und Zeichen von Allgemeinerkrankung, allerdings nicht die Blasen erzeugt. Von den Schafen berichtet er, daß sie sich auch bei Uebertragung sehr großer Mengen unverletzbar erwiesen hätten. Zur Aufklärung dieses Widerspruches, wie auch zur Erhärtung der übrigen Thatsachen wäre es erwünscht gewesen, an einer größeren Reihe von Thieren, insonderheit auch an erwachsenem Rindvieh die Versuche fortsetzen zu können, indeß geboten die erheblichen Unkosten einstweilen thunlichste Beschränkung.

Versuche an weißen Mäusen und Meerschweinchen, ingestalt von Verfütterung oder Einspritzung der Reinkulturen erzielten keinerlei Krankheitserscheinungen. Dagegen stellte ich wiederholt fest, daß bei Eiterung unter der Haut weißer Mäuse, welche durch andere Keime erzeugt wurde, der hinzugefügte Strept. involutus lebend blieb und bei Wochen- und Monatelang fortgesetzten Uebertragungen des Eiters sich manchmal erheblich vermehrte, ohne irgend welche Einbuße seiner Merkmale zu erleiden.

Bei Kaninchen rief die Einspritzung von 1 ccm der 48 Stunden alten Reinkultur in Bouillon oder Serumbouillon im Verlaufe der nächsten 36 Stunden eine Steigerung der Temperatur um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Grad hervor. Sofern Serumbouillonkultur gewählt war, entstand jedesmal im Verlauf der nächsten Wochen ein erbsengroßer Knoten in

[1]) l. c. S. 81.

der Haut, welcher zähen Eiter enthielt. In dem letzteren ließen sich aber 20 Tage nach der Einspritzung überhaupt keine Bakterien auffinden.

II. Bakteriologische Untersuchungen bei der bösartigen Seuche in Oberbayern.

Die bösartige Form der Seuche, welche im Herbst 1892 in Oberbayern herrschte, war nach Uebereinstimmung aller Angaben durch Vieh aus Württemberg eingeschleppt, und zwar wird ein Viehmarkt in Holzkirchen, welcher Ende August abgehalten wurde, als Ausgangspunkt bezeichnet. Schon in Württemberg forderte sie erhebliche Opfer. In Oberbayern aber sollen nach einer Angabe[1]) bis Mitte Oktober 500 Stück Vieh gefallen oder nothgeschlachtet sein. Abgesehen von einzelnen Todesfällen junger Schweine, deren Zahl das bei der gutartigen Form zu beobachtende Maß ziemlich beträchtlich überschritt, betraf fast der gesammte Verlust das erwachsene Rindvieh. Bei Schafen wurde nur eine sehr leichte Erkrankung beobachtet.[2])

Von einer Uebertragung auf den Menschen hat aus Oberbayern nichts verlautet. Imminger[3]) erwähnt dieses ausdrücklich.

Der Tod der Thiere erfolgte dieses Mal fast stets in apoplektiformer Weise, d. h. dieselben stürzten, nachdem das Fieber bereits geschwunden war, am 3. bis 4. Krankheitstage mit einem Schrei zu Boden und verendeten alsbald (akute Todesart), oder aber das Zusammenbrechen erfolgte in den ersten 8—14 Tagen der Krankheit, nachdem allerlei Gehirnsymptome voraufgegangen waren, und der Tod trat 10—20 Minuten darauf ein (subakute Todesart).

Am Gehirn der Thiere wurde nichts gefunden, was diesen Verlauf erklären könnte.

Meine bakteriologischen Untersuchungen erstreckten sich in 3 Fällen auf die mit der Post eingesandte frische Milz; in 3 weiteren war der Milzsaft (2 mal) bezw. der Inhalt einer Geschwürsblase (einmal) an sterilen Deckgläschen angetrocknet und verschickt. Dieser letztgenannte Bläscheninhalt stammte von einer am 29. Oktober erkrankten Kuh, von welcher er dann am 31. Oktober entnommen war. Endlich traf am 25. Januar 1893 eine für diese Untersuchungen sehr werthvolle Sendung aus Aibling ein, bestehend in dem in Kapillarröhrchen aufgesogenen wasserhellen Inhalt von Bläschen am Euter und am Maule, und ferner in dem mit steriler Watte abgewischten und angetrockneten Belag des Grundes der Blasen im Maule — alles dieses am 22. Januar entnommen von einer schwerkranken Kuh, welche noch am selben Tage nothgeschlachtet wurde. Sämmtlicher Untersuchungsstoff wurde durch das dankenswerthe Entgegenkommen der Herren Distriktsthierarzt Reindl in Aibling und Bezirksthierarzt Vincenti in Miesbach erhalten.

Die Untersuchung des frischen und angetrockneten Milzsaftes ergab keinen einheitlichen Befund. In keinem Falle wurde der Strept. involutus oder etwas ähnliches, weder bei Aussaat in Serumbouillon noch in Serumagarplatten gefunden. Zwei der

[1]) Landwirthschaftl. Mittheilungen. Jahrgang 27. Nr. 42. 16. Okt. 1892.

[2]) Imminger, Einiges über Maul- und Klauenseuche. Wochenschrift für Thierheilkunde und Viehzucht. 34. Jahrgang Nr. 48—50. 1892.

[3]) l. c.

eingesandten Milzen enthielten sehr zahlreiche und verschiedenartige Keime, darunter reichliche Fäulnißbazillen. Außerdem fanden sich bei beiden, und ebenso in der dritten nahezu in Reinkultur, vereinzelte Streptokokken, mit den allgemeinen Eigenschaften der geschlängelten langen Form, jedoch ohne krankheitserregende Wirkung für Mäuse. Ebendiese Form wurde auch nebst Fäulnißbazillen aus dem an Deckgläschen angetrockneten Milzsaft nach Einbringen der Deckgläschen in Serumbouillon und Züchtung bei 37° erhalten.

Die in derselben Weise angestellte Untersuchung der mit Bläscheninhalt beschickten Deckgläschen ergab nach 24 stündigem Aufenthalt der Kälberserumbouillon bei 37° auf dem stark getrübten Nährboden die Bildung einer gelben Rahmschicht und in letzterer wieder die Anwesenheit unförmlicher Schollen. Die Aussaat aus der Rahmschicht in Kälberserumagar wiederum ergab die bekannte Form der Kolonien mit Körnerhof in Mengen.

Die von diesen Platten angelegte Reinkultur der Körnerhofkolonien ergab, daß es sich nicht um den Streptococcus involutus, sondern um den Eingangs erwähnten, in langgestreckter Traubenform wachsenden Microc. tetragenus handelte. Mit Rücksicht darauf, daß seine Kolonien zu Verwechslung mit denen des Str. involutus Anlaß geben könnten, ist die nachstehende Beschreibung beigefügt.

In Bouillon entsteht nach 24stündigem Wachsthum reichliche Trübung und ein grauweißer zähgallertiger, am Glasstabe lange Fäden ziehender Satz. Das Färbepräparat zeigt hier überall nur vereinzelte kurze Ketten und vorwiegend zu 2 und 4 nebeneinander gelagerte Kokken. (Fig. 19 bis 21). Der lockere Gallertstoff, in welchem dieselben gebettet sind, nimmt deutlich die Färbung mit wässriger Gentianaviolettlösung (Fig. 19), weniger gut die mit Löfflers Methylenblau an. Die beigefügten Photogramme, insbesondere Fig. 21 oben ergeben unzweifelhaft, daß diese Kokken sich nach 2 auf einander senkrecht stehenden Richtungen theilen; indeß wiegt die Neigung, nach einer dieser beiden zu wachsen, vor und so entstehen die kurzen Ketten. Die Quertheilung tritt erst nachträglich und wie es scheint, nicht in jedem Doppelkokkus auf. Es kann kein Zweifel sein, daß man es nicht mit einem echten Micrococcus tetragenus zu thun hat. Besseren Aufschluß noch geben darüber die aus Hammelserumbouillon erhaltenen Bilder (Fig. 22). Hier, wo keine undurchsichtige Hülle gebildet wird, aber die Kokken doch in größeren Verbänden zusammenbleiben, ist zugleich das Vorwalten der einen Theilungsrichtung und die dadurch bedingte Kettenform unverkennbar.

Im Verlauf des Wachsthums entsteht Verflüssigung der Gelatinekulturen. Dieselbe zeigt sich an den der Luft unmittelbar ausgesetzten Theilen, also im Stich, schon nach 48 Stunden, schreitet dagegen nur sehr langsam in die Tiefe. Auf Plattenaussaaten in Gelatine finden sich am 4. Tage zahlreiche Trichterkolonien. Das Wachsthum geht auch bei Zimmertemperatur gut von Statten und ist auf Gelatine und Nähragar reichlich. Die Strichkultur auf letzterem bei 37° stellt nach 24 Stunden einen dicken graugelblichen schleimigen Belag dar. Auf Agar mit Zusatz von ameisensaurem Natron und Glycerin, und einigemale auch auf Gelatine nahmen die Kulturen hell-schwefelgelbe Farbe an.

Ein sehr bemerkenswerther Unterschied vom Strept. involutus ist weiterhin der, daß die Bildung des Körnerhofes nur bei Zusatz von Kälberserum erfolgt. Dasselbe Hammel- oder Schweineserum, welches dieses Merkmal beim Strept. involutus in der üppigsten Weise entstehen läßt, versagt hier gänzlich, selbst wenn davon bis 30 % dem Agar zugefügt werden. In Kälberserumagar bietet dagegen die Form der Kolonien und des Körnerhofes keine Verschiedenheit. (Fig. 23 und 24.) Auch hier bedarf es des Hinzutretens der Bruttemperatur, damit das Merkmal zu Stande kommt.

In reinem Kälberserum und in damit vermischter Bouillon kommt es bei 37° zur Trübung und Bildung der goldgelben Rahmschichte, jedoch ist die Menge der letzteren weniger reichlich als bei dem Strept. involutus. Die Rahmschichte wird auch hier durch die mit undurchsichtiger Hülle umgebenen Bakterien gebildet. Die abweichende Theilungsart derselben tritt auch in dieser Hülle deutlich hervor. (Fig. 25.) In dem Bilde derselben sind rechtwinklig aneinandergefügte Linien häufig und es entsteht dadurch eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilde der an Fäden auskrystallisirten gelben Zuckerarten im Großen. Immerhin gehört schon Uebung dazu, um in dieser Form den Unterschied vom Strept. involutus zu finden.

In reinem Hammelserum entstehen vorwiegend Kokken ohne Hülle; die umhüllten haften als feiner weißer Saum an der Oberfläche der Flüssigkeit dem Rande des Glases an. In reinem Schweineserum ist das Wachsthum ähnlich; vielleicht überwiegen die umhüllten Formen hier an Zahl.

Werden die beiden letztgenannten Serumarten mit Bouillon verdünnt, so kommt es nicht zur Hüllenbildung.

Die Färbung der im Kälberserum gewachsenen umhüllten Kokken und ihrer Hülle gelingt ebensowenig wie beim Strept. involutus.

Bei Meerschweinchen, weißen Mäusen und Kaninchen erzeugte die Einspritzung unter die Haut keine Krankheitserscheinungen. Ebenso blieb die bei 2 Hammeln vorgenommene Einreibung von Reinkulturen in die durch Schnittwunden verletzte Schleimhaut des Maules, und ferner auch die später vorgenommene Einspritzung von 2 ccm einer Kultur in Kälberserum-Fleischbrühe ohne nachtheilige Folgen. An der Stelle der Einspritzung war 8 Tage lang ein taubeneigroßer Knoten zu fühlen.

Dagegen entstand bei einem Kalb, dem 3 ccm der Kultur in Kälberserum-Fleischbrühe unter die Haut der Schultergegend gespritzt waren, in den darauf folgenden 24 Stunden eine Temperatursteigerung bis auf 40° und 3 Tage andauernder Durchfall. Es muß indeß dahingestellt bleiben, ob dieses nicht ein zufälliges Zusammentreffen war.

Die Untersuchung des letzt erhaltenen, von der schwerkranken Kuh entnommenen reichlichen Krankheitsstoffes ergab wiederum die Anwesenheit des Strept. involutus, und zwar wurde derselbe ohne Schwierigkeit von der Plattenaussaat des an Watte angetrockneten Geschwürbelages reingezüchtet, in welcher etwa 5% der Kolonien den Körnerhof zeigten. Von meinen sämmtlichen norddeutschen Kulturen unterscheidet sich diese dadurch, daß, unter ganz gleichen Bedingungen verglichen, der Körnerhof kaum halb so dicht ist. Dagegen sind bei dem Wachsthum in flüssigem Serum keine wesentlichen Unterschiede festzustellen. In dem Inhalte der Capillarröhrchen, welcher außerordentlich keimhaltig war, konnte der Strept. involutus durch Aussaat nicht entdeckt werden. Vielleicht war insbesondere die reichliche Anwesenheit des B. fluorescens liquefaciens daran schuld. Dagegen kam ich auf folgendem Umwege zu dem Schlusse, daß nichtsdestoweniger der Strept. involutus darin vorhanden gewesen sein mußte. Mit dem Inhalte des einen von einer Euterblase entnommenen Röhrchen wurde am 28 Januar, ursprünglich aus anderweitigen Versuchsgründen, ein Kalb nach vorhergehender Anbringung oberflächlicher Schnitte im Maule durch Einreiben geimpft. Am 3. Februar, d. i. am 6. Tage nach der Impfung, erkrankte dasselbe fieberhaft. Am folgenden Tage geiferte es stark und zeigte am Zahnfleisch des Oberkiefers ein speckig belegtes 2 Markstück großes Geschwür, außerdem am linken Naseneingang Röthung und 2 kleine wasserhelle Bläschen und endlich Röthung und große Schmerzhaftigkeit an der Krone des rechten Vorderfußes. Am 6. Februar war das Fieber verschwunden, die Blase am Naseneingang abgeheilt und die Schmerzhaftigkeit des kranken Fußes bedeutend geringer. Das große Geschwür am Oberkiefer begann am 8. Februar sich zu reinigen, überhäutete sich in der gewöhnlichen Weise vom Rande her und war am 15. Februar vernarbt. Die vom 4. Februar an fortlaufend vorgenommenen bakteriologischen Untersuchungen des Geschwürsbelages ergaben regelmäßig die Anwesenheit des Strept. involutus, und zwar stellte derselbe am 4. Februar nahezu 1/3 aller Kolonien dar, am 5. und 6. aber war er fast in Reinkultur vorhanden. Am 13. Februar waren etwa noch 1/5 der vorhandenen Kolonien mit Hof umgeben. Vom 15. Februar ab konnte er aber nicht mehr nachgewiesen werden, ebensowenig wie er jemals bei den wiederholten Untersuchungen des Maul-

schleims dieses Kalbes vor der Impfung gefunden war. Es sei auch hinzugefügt, daß das Thier niemals vorher mit Reinkulturen des Strept. involutus im Maule behandelt war.

Mit den Wattebäuschen, welche durch Abwischen des Geschwürs getränkt waren, sind am 14. Februar Versuche an 2 Hammeln angestellt. Der eine wurde mit der am 6. Februar entnommenen und seitdem bei 10° getrockneten, am 13. Februar noch sehr reichliche Keime des Strept. involutus enthaltenden Watte, der andere mit der noch feuchten, am 13. Februar getränkten Watte durch Einreiben auf die verwundete Schleimhaut des Maules geimpft. Beide sind nicht erkrankt.

Die von diesem Kalbe während der Krankheit gewonnenen Reinkulturen bilden einen vielleicht noch dünneren Körnerhof als die von der Ausgangskuh gewonnenen. Besonders im Hinblick auf diesen letzteren Umstand kann ich mich der Annahme nicht verschließen, daß der Strept. involutus in dem Blaseninhalt schon enthalten war. Die erheblich geringere Dichte des Körnerhofes muß ich einstweilen als Eigenthümlichkeit der bayerischen Krankheit, jedenfalls aber als eine solche des einzelnen Falles ansehen, von welchem der Krankheitsstoff herstammte. Die Annahme, daß die vorhergehende mehrere Tage dauernde Eintrocknung, bezw. Aufbewahrung in Capillarröhrchen in dieser Hinsicht schädigend gewirkt habe, kann ich bezüglich des Eintrocknens zurückweisen, denn bis jetzt ist es mir durch Eintrocknen nicht gelungen, die Dichte des Körnerhofes bei den norddeutschen Kulturen herabzumindern. Hier muß ich noch eines anderen Umstandes gedenken, welcher daraufhin weist, daß vielleicht doch noch andere Ursachen gefunden werden könnten, welche die Fähigkeit, den Körnerhof zu bilden, verändern. Es haben sich nämlich auch unter den verschiedenen, zu gleicher Zeit aus dem Geschwüre dieses Kalbes reingezüchteten Kolonien in dieser Hinsicht ganz feststehende Unterschiede gezeigt. Insbesondere habe ich eine weiter gezüchtet, welche ganz regelmäßig einen mindestens um die Hälfte dünneren Körnerhof im Vergleich mit den übrigen zeigt. Das Merkmal ist hier in der That so gering ausgebildet, daß man hin und wieder Mühe hat, dasselbe überhaupt aufzufinden und, gar im Vergleiche zur norddeutschen Kultur betrachtet, ist der Gegensatz so überraschend, daß man kaum 2 gleiche Arten vor sich zu haben meint (vergl. Fig. 15; das Lichtdruckbild giebt den schwachen Körnerhof leider nicht mehr mit Sicherheit wieder). Jedoch ergaben die anderen Vergleichspunkte Uebereinstimmung; insbesondere ist der Bodensatz in Serumbouillon auch bei dieser Form außerordentlich reichlich, dickschleimig und enthält zahlreiche mit glänzenden Körnern hier und da besetzte Ketten, und ferner ist bei den in reiner Bouillon wachsenden sehr kurzen Ketten die gestreckte und unregelmäßige Form der einzelnen Zellen unverkennbar. Da ich bei Plattenaussaaten von solchen Reinkulturen des Strept. involutus, welche üppige Hofbildung verursachten, derartige Unterschiede in der Hofbildung bei den einzelnen Kolonien niemals gefunden habe, so dürfte zur Erklärung der soeben beschriebenen Unterschiede der aus der unmittelbaren Aussaat des Geschwürsbelages gezüchteten Kolonien in erster Linie der Einfluß des lebenden Körpers anzuführen sein, in welchem sie bis dahin geweilt hatten. Daß durch den Aufenthalt im lebenden Körper die Streptokokken nachhaltige Veränderungen ihrer Lebenseigenschaften erfahren können, ist ja z. B. auch durch die verschiedenen Versuche über das Verhalten ihrer Giftigkeit festgestellt.

Die Thatsache, daß solche Verminderung der körnerbildenden Fähigkeit vorkommen kann, erschwert die Beurtheilung des Werthes dieses Merkmals, denn es ist damit die Möglichkeit näher gerückt, daß es auch gänzlich verschwinden könnte. Hier bedarf es zur Klarstellung noch weiterer Untersuchungen, insbesondere bei der bayerischen Seuche. Einstweilen kann diese Thatsache, besonders im Hinblick darauf, daß dieselben Kulturen in Bouillon und Plattenaussaaten beträchtlich geringere Vermehrungsfähigkeit zeigten, nur als Zeichen geringerer Lebenskraft aufgefaßt werden. Bei den norddeutschen Kulturen, wo ich den Krankheitsstoff jedesmal frisch entnehmen konnte, sind mir solche Unterschiede niemals aufgestoßen.

Bei 2 Hammeln, welche allerdings schon mehrfach Einspritzungen von Kulturen des norddeutschen Strept. involutus erhalten hatten, rief die Einbringung der bayerischen Kulturen unter die Haut keine Steigerung der Körperwärme hervor. Die 14 Tage danach wiederholte Einspritzung norddeutscher Kultur (2 ccm) erzeugte wiederum Fieber. Bei Kaninchen wurde in jedem Falle, auch bei Einspritzung der am schwächsten hofbildenden Kulturen, Fieber erzeugt.

Schlußbemerkungen.

Es wäre voreilig, wollte man wegen des Umstandes, daß es mit den Reinkulturen des Strept. involutus bisher nicht gelang, bei den Versuchsthieren die Krankheit wieder zu erzeugen, den Schluß ziehen, daß diese nicht die Erreger der Seuche sind. Die Thatsache, daß eine Anzahl sehr giftiger und zum Theil als Erreger von Seuchen anerkannter Bakterien in Reinkulturen ihre krankheiterregende Wirksamkeit fast sogleich oder nach wenigen Weiterzüchtungen einbüßt, muß dem entgegen gehalten werden. Die Möglichkeit, durch Einspritzung verhältnißmäßig kleiner Mengen der beiden Streptokokkenkulturen bei den empfänglichen Thieren Fieber zu erzeugen muß sogar als ein erheblicher Beweis für deren ursächliche Bedeutung angesehen werden. Dieses hat schon Schottelius für seine Streptocytenkultur betont. Die Thatsache aber daß der Strept. involutus nur während der Krankheit und zwar in dem die Uebertragung sicher vermittelnden Inhalt der Blasen, insbesondere der als Ausscheidungsort des Krankheitsstoffes anzusehenden Euterblasen regelmäßig vorkommt, während er im gesunden Maule und überhaupt an anderen Orten niemals gefunden wurde, drängt zu dem Schlusse, daß wir hier den Erreger der Krankheit vor uns haben, mit eben solcher Nothwendigkeit wie z. B. der Umstand, daß der Bacillus des Abdominaltyphus eben nur bei dieser besonderen Krankheit im menschlichen Körper gefunden wird. Freilich solange nicht durch unmittelbare Uebertragung einer Reinkultur die Krankheit erzeugt worden ist, muß man sich der Möglichkeit gewärtig halten, daß die weitere Forschung uns belehren wird, daß diese und vielleicht noch andere Bakterien nur regelmäßige Begleiter der Krankheit sind. Es ist ja denkbar — und die bisherigen Erfahrungen widersprechen dem nicht, — daß die eigentliche Krankheitsursache so klein ist, daß wir sie mit unseren Hülfsmitteln nicht erkennen können und daß ferner die der Krankheit eigenthümlichen Bakterien, in unserem Falle also der Strept. involutus, gerade in dem so erkrankten Körper einen besonders günstigen Nährboden antreffen. Haben sie sich

dort einmal angesiedelt, so werden sie fortan, mit dem viel kleineren wirklichen Krankheitskeim vergesellschaftet, sich in jedem Falle mit übertragen. Dies kann ohne weiteres für alle die Seuchen gelten, bei welchen die Ansteckung nur durch die mehr oder weniger unmittelbare Verschleppung der Auswurfstoffe von einem Lebewesen zum anderen erfolgt und bei denen eine Vermehrung der Krankheitsursache an einem Zwischenorte ausgeschlossen ist. Diese begleitenden Bakterien könnten sogar durch ihre besonderen giftigen Eigenschaften einen Theil des Krankheitsbildes verursachen.

Oder es ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß gewisse, ständig im gesunden Körper vorkommende Arten, — in unserem Falle Streptokokken des Mundschleims, beim Typhus gewisse Formen des Bacterium coli commune — zum Theil durch die Einflüsse des erkrankten Körpers, die Veränderungen annehmen und nun dauernd behalten, welche sie für uns als besondere Arten erscheinen lassen. Daß diese Veränderungen vorwiegend auf dem chemischen Gebiet liegen, das machen die neueren Untersuchungen über die Unterscheidung der beiden erwähnten Bakterium-Arten immer deutlicher, und auch für den Streptococcus involutus unterliegt es keinem Zweifel, so sehr auch die undurchsichtige Hülle und der Körnerhof als morphologisches Merkmal in die Augen springen, daß die den Zellen innewohnenden chemischen Kräfte das Entscheidende sind. In dieser Hinsicht verdienen die bei den bayerischen Kulturen beschriebenen Unterschiede in der Bildung des Körnerhofes besondere Beachtung.

Andererseits ist es nicht einzusehen, weshalb dann nicht alle Individuen einer Bakterien-Art diese Umwandlung erfahren, insbesondere, warum in den Blasen bei Maul- und Klauenseuche neben dem Strept. involutus so häufig und zahlreich die gewöhnlichen Streptokokken gefunden werden.

Allen diesen anderen Annahmen gegenüber, für welche wir mit unseren jetzigen Hülfsmitteln keinen Beweis erbringen können, ist es besser, einstweilen an dem vorliegenden Greifbaren festzuhalten.

In der Beweisführung dafür, daß der Strept. involutus die Ursache der Maul- und Klauenseuche sei, bildet der Umstand, daß er bisher noch nicht bei Hammeln und Schweinen gefunden werden konnte, eine erhebliche Lücke. Die Gründe für dieses Mißlingen lagen, wie schon früher erwähnt, in der Unzulänglichkeit der zu Gebote stehenden Krankheitsfälle und dürften Beobachtungen an umfangreicheren Klauenerkrankungen bald die Entscheidung darüber bringen.

Unter Zugrundelegung der Annahme, daß der Strept. involutus die Krankheitsursache ist, würde man sich den Gang der Ansteckung folgendermaßen vorstellen können: Das Eindringen der Keime erfolgt auf der Schleimhaut des Maules. Von dort aus gelangen sie nach längerer oder kürzerer Zeit in das Blut und, sobald dort die Vermehrung eine gewisse Größe erreicht hat, erfolgt der Ausbruch des Fiebers. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß bereits 2 ccm einer Reinkultur in Serumbouillon, bei Hammeln unter die Haut gespritzt, eine Temperatursteigerung von der gleichen Höhe und nahezu derselben Zeitdauer wie beim Ausbruch der wirklichen Krankheit bedingen, darf man vielleicht annehmen, daß die Vermehrung im gesammten Körperblute thatsächlich nicht mehr, vielleicht sogar noch weniger beträgt als die Zahl der in den 2 ccm

Reinkultur enthaltenen Keime. So würde es sich leicht erklären, weshalb man bei Untersuchungen des Blutes, selbst auf der Höhe des Fiebers, den Strept. involutus darin nicht nachweisen kann. Zur selben Zeit erfolgt alsdann die Ausscheidung der wenigen Keime an den dazu bevorzugten Körperstellen, und zwar ziemlich gleichzeitig an den verschiedenen Punkten. Hier findet nun möglicherweise eine Vermehrung derselben statt. Am Orte der Ausscheidung beginnt, vielleicht durch den Stoffwechsel des Strept. involutus bedingt, der zur Bläschenbildung führende Vorgang. Allmählich wird das darunterliegende Unterhautzellgewebe soweit zerstört, daß die Keime aus demselben in den eiweißhaltigen Inhalt der Blase übertreten können. So würde es verständlich sein, weshalb in dem wasserhellen Inhalt ganz frischer Blasen der Krankheitserreger nicht immer gefunden werden kann, während er auf dem Geschwürsgrunde älterer niemals fehlt. Bei den von mir an Kälbern angestellten Uebertragungen giftigen Krankheitsstoffes, nach vorgängiger Anlegung von Schnitten im Maule, nahm beide Mal einer oder mehrere der Schnitte ohne Voraufgang einer eigentlichen Blasenbildung die Form des speckig belegten Geschwürs an. In diesem Falle hat wohl von Anbeginn an eine Vermehrung der Keime in der Wunde stattgehabt. Zur Erklärung des gelegentlichen bösartigen Verlaufs der Seuche kann wohl nur eine besondere Steigerung der Giftigkeit des Strept. involutus angenommen werden, wenn man nicht etwa die in Gestalt eines Schlaganfalls endenden Fälle so erklären will, daß besonders große umhüllte Kettenhaufen unmittelbar in kleine Gehirnarterien geschleudert werden. Zur Beglaubigung letzterer Vermuthung bedürfte es natürlich des Nachweises des Streptococcus im Gehirn.

Es ist gewiß zweckmäßig, vom vorliegenden Falle ausgehend, die nun schon so oft berührte Frage der Unterscheidung der Streptokokken von Neuem zu erörtern. Die Auffindung der neuen Merkmale, welche der Zusatz von flüssigem Blutserum hervorruft, beweist, daß die Frage immer noch nicht spruchreif ist, denn ein Streptococcus, welcher mit Hilfe der bisher benutzten Mittel nicht von zahllosen andern, überall verbreiteten hätte sicher unterschieden werden können, ist nun innerhalb 24 Stunden aus jedem Streptokokkengemisch wieder herauszufinden. Daraus ergiebt sich zugleich die Mahnung, in dem Suchen nach weiteren neuen Merkmalen nicht nachzulassen. Unsere bei der Maul- und Klauenseuche gemachten Erfahrungen haben zugleich aufs Neue eine Thatsache bestätigt, auf welche ich schon gelegentlich meiner Untersuchungen bei Scharlach aufmerksam gemacht habe, nämlich daß die verschiedenen Formen der Streptokokken mit Vorliebe sich neben einander ansiedeln, die Vergesellschaftung der Streptokokken. Bei mehr als der Hälfte der untersuchten Thiere fanden sich im Inhalt der Blasen neben dem Strept. involutus andere Formen. Umgekehrt ging auch der letztere, im Gemisch mit eitererregenden Streptokokken Mäusen unter die Haut gespritzt, in dem Eiter eine lebhafte Vermehrung ein. Auch diese Thatsache mahnt zur sorgfältigen Prüfung der bei einem Krankheitsfalle sich zeigenden Streptokokken. Ein Streptococcus, der aus einer Eiterung bei Erysipel gezüchtet wird, braucht deshalb noch nicht als der Erreger der Wundrose angesehen zu werden, und ebenso ist daraus noch keineswegs der Schluß gestattet, daß der Erysipelstreptokokkus diese Eiterung erzeugt hat. Hier ohne

Weiteres auf die Lehre vom Wechsel der Virulenz zurückzugreifen, die in letzter Zeit in ziemlich allgemeiner Form für das gesammte Gebiet der Streptokokken aufgestellt ist, ist um so weniger statthaft, als z. B. die in meiner Arbeit „über das Vorkommen der Streptokokken bei Impetigo contagiosa“ niedergelegten Erfahrungen zeigen, daß sich weitere einschränkende Gesetze finden lassen, nach welchen diese Lehre nur für eine Anzahl von Streptokokkenkulturen gültig erscheint.

Daß die bei Gegenwart von Blutserum auftretenden Merkmale viel augenfälliger sind, als alle bisher zur Unterscheidung von Streptokokken verwertheten, ergiebt sich ja ohne weiteres daraus, daß sie so bequem durch das Photogramm wiedergegeben werden können. Der Umstand, daß sich das gleiche auch bei einigen anderen Bakterienarten findet, ändert natürlich nichts an ihrer Brauchbarkeit.

Es erübrigt noch, der mit dem Streptococcus involutus angestellten Versuche über Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit zu gedenken. In Bouillon und Blutserum bleibt derselbe monatelang lebend. Gegen höhere Temperaturen zeigt er dieselbe geringe Widerstandsfähigkeit wie die übrigen Streptokokken. In einer Versuchsreihe, wo frisch geimpfte Bouillon-Röhrchen bei 60° im Wasserbade gehalten wurden, erfolgte das Absterben nach 5 Minuten, ausschließlich der Anwärmungsdauer von 4 Minuten gerechnet. Kulturen in Serumbouillon, welche an Seidenfäden oder Fließpapier angetrocknet waren, ertrugen das Eintrocknen bei Zimmertemperatur 1½ bis 2 Monate lang. Ebensolche frisch benetzte Streifen Fließpapier wurden nach 2 stündigem Trocknen in eine frisch bereitete 40%ige Kalkmilch, bezw. in eine dünnflüssige Theerlösung gelegt und in bestimmten Zwischenräumen, nach vorhergehendem Abspülen, in Bouillon übertragen und bei 37° bebrütet. Es ergab sich in beiden Fällen ein Ueberleben von Keimen bis zu 2 Minuten, sofern Serumbouillonkultur verwendet war. Nach 10 Minuten war jedesmal sicher der Tod eingetreten. Kulturen aus Bouillon ohne Zusatz von Serum waren schon nach einer Minute durch die Theerlösung getödtet.

Der scheinbare Widerspruch, der darin besteht, daß der Strept. involutus 1½ Monate langes Eintrocknen übersteht, während nach allgemeiner Erfahrung der Krankheitskeim nur etwa 14 Tage lang außerhalb des Körpers ansteckungsfähig bleiben soll, läßt sich vielleicht dahin auflösen, daß das längere Eintrocknen eine erhebliche Abnahme der Giftigkeit, jedenfalls aber eine Verminderung der Keimzahl herbeiführt. Für die erstere Annahme läßt sich aus meinen Versuchen als Beweis der eine mißlungene, mit 6 Tage lang angetrocknetem frischem Geschwürinhalt am 14. Februar 1893 unternommene Ansteckungsversuch anführen — der freilich noch weiterer Bestätigungen bedarf, schon deswegen, weil es sich bei dem kranken Kalbe um einen besonders leichten Krankheitsverlauf handelte, und schließlich, weil es nicht ausgeschlossen erscheint, daß die bösartige Seuchenform für Hammel überhaupt nicht ansteckend ist, — die zweite Annahme findet ohne Weiteres durch den Laboratoriumsversuch ihre Bekräftigung. Denselben Einwänden, wie der erstgenannte mißlungene Uebertragungsversuch, unterliegt auch die andere, weiter zu verfolgende Beobachtung, daß die frische Absonderung des vernarbenden Geschwürs vom 10. Krankheitstage gleichfalls nicht mehr ansteckend wirkte.

Beiträge zum Verhalten der Cholerabakterien auf Nahrungs- und Genußmitteln.

Von

Dr. A. Friedrich,
Königl. bayer. Assistenz-Arzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

So lange man die asiatische Cholera in Europa kennt, so lange besteht auch der Streit, auf welchem Wege die Erreger dieser Krankheit in den menschlichen Körper eindringen. Je nach dem Standpunkte, welchen man in dieser Frage vertrat, hat man angenommen, daß die Keime entweder mit der Athmungsluft durch die Lungen in den Körper gelangen, oder mittelst unserer Speisen und Getränke durch den Nahrungskanal. Mit der Entdeckung des Kommabazillus durch Koch hat die letztere Ansicht entschieden die Oberhand gewonnen, und man hat sich vielfach bemüht, dieselbe sowohl durch das Experiment, wie durch das Studium der Epidemien zu stützen. Für unsere Trink- und Gebrauchswässer gelang es nicht allein die Koch'schen Kommabazillen in Brunnen, Wasserleitungen, Flußläufen nachzuweisen, auch der Beginn und Verlauf vieler Epidemien der Vergangenheit und Gegenwart wies mit Sicherheit darauf hin, daß dem Wasser bei der Verbreitung der Cholera eine wichtige Rolle zukommt.

Für unsere Nahrungsmittel ist bis jetzt der direkte Nachweis der Koch'schen Kommabazillen nicht gelungen. Auch die Zahl der in der Litteratur beschriebenen Fälle von Uebertragung der Cholera durch dieselben ist eine sehr geringe. Es ist dies um so auffallender, als man von jeher gerade auf diesen Punkt besonders geachtet hat. So konnte v. Pettenkofer[1]) in seiner Beschreibung der mörderischen Epidemie in der Strafanstalt zu Laufen, welche wegen ihres plötzlichen Auftretens, ihrer ungewöhnlichen Verbreitung und des raschen Verschwindens auf eine gemeinsame Infektionsquelle hinzuweisen schien, betonen, daß eine Verbreitung der Seuche durch Nahrungsmittel nicht stattgefunden habe. Auch Günther[2]) konnte in seinem Berichte über die Cholera des

[1]) Berichte der Cholera-Kommission für das Deutsche Reich. Heft 2, v. Pettenkofer: die Cholera-Epidemie in der Königl. Bayerischen Gefangenenanstalt Laufen an d. Salzach Seite 78.

[2]) Berichte der Cholera-Kommission für das Deutsche Reich. Heft 3. Günther: die Cholera-Epidemie des Jahres 1873 in dem Königreich Sachsen Seite 30.

Jahres 1873 in Sachsen konstatiren, daß durch den lebhaften Waarenverkehr, welcher zwischen den verseuchten Dörfern in der Umgebung Dresdens und letzterer Stadt bestand, eine Verschleppung der Krankheit nach dieser nicht erfolgt sei, obwohl „aus den infizirten Ortschaften täglich etwa 70 Handwagen mit Milch und Viktualien beladen, und etwa 200 Bauerfrauen mit Tragkörben voll Gemüse, Obst, Geflügel u. s. w. nach Dresden kamen, und die gedachten Waaren größtentheils im Hausirhandel in allen Theilen der Stadt vertrieben", und obwohl eine solche Gemüsehändlerin bei Ausübung ihres Geschäftes an Cholera erkrankte.[1])

Daß aber wirklich, wenn auch vielleicht selten, solche Uebertragungen von Cholera durch Nahrungsmittel vorkommen, wird durch verschiedene, in der Litteratur beschriebene Fälle bewiesen. Erst neuerdings wurden zwei derartige Uebertragungen von Cholera durch verdächtiges Butterbrot von Kossel[2]) und Steyerthal[3]) mitgetheilt. Auch in früheren Epidemien hatte man schon ähnliche Beobachtungen gemacht. Aus der Epidemie vom Jahre 1867 wurden von Nieriker[4]), Zehnder[5]) und Snow[6]) Fälle von Cholera beschrieben, welche ihre Entstehung dem Genusse von infizirten Rindsfüßen verdankten. Aus der Epidemie des Jahres 1873 berichtete Hirsch[7]) über einen Fall, wo die Infektion mit Cholera durch Süßigkeiten (Konfekt, Kakao) vermittelt wurde, aus der des Jahres 1885/86 in Oesterreich Gruber[8]) einen solchen, wo der Ausbruch der Cholera bei 3 Arbeitern nach Genuß eines verdächtigen Ragouts erfolgte. Ferner sind aus der englisch-ostindischen Choleralitteratur von Knüppel[9]) vier, zum Theil sehr sorgfältig untersuchte Fälle zusammengestellt worden, in welchen Milch (zwei Fälle), Früchte (Papayafrucht) und Salat die Träger der Cholerakeime gebildet hatten.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung sieht man, welch eine gefährliche Rolle unsere Nahrungsmittel bei der Uebertragung der Cholera spielen können. Es konnte deshalb auch nicht Wunder nehmen, daß man nach der Entdeckung der Kommabazillen durch Koch sich mit dieser Frage experimentell befaßte und zusah, wie lange sich die Keime der Cholera auf den verschiedensten Nahrungsmitteln lebensfähig zu

[1]) A. a. O. Seite 23.

[2]) Kossel: Uebertragung der Cholera asiatica durch Lebensmittel. Deutsche med. Wochenschr. 1892 Nr. 45 Seite 1024.

[3]) Steyerthal: Zur Uebertragung der Cholera asiatica durch Nahrungsmittel. Deutsche med. Wochenschr. 1892 Nr. 47 S. 1077.

[4]) Nieriker: Die Cholerafälle im Bezirke Baden (Kanton Aargau) im Jahre 1867 Seite 4 und folgende.

[5]) Zehnder: Bericht über die Choleraepidemie des Jahres 1867 im Kanton Zürich. Seite 10 u. 11.

[6]) Citirt nach Drasche: Der Gang der diesjährigen Cholera. Prager med. Wochenschr. 1892 Nr. 47. Die Snow'sche Arbeit war Verf. nicht zugängig.

[7]) Hirsch: Die Choleraepidemie des Jahres 1873 in Norddeutschland Seite 98. Berichte der Cholerakommission für das Deutsche Reich. Heft 6.

[8]) Gruber: Die Cholera in Oesterreich in den Jahren 1885/86. Berichte des VI. internationalen Kongresses für Hygiene und Demographie zu Wien 1887. Heft 18 Seite 141.

[9]) Knüppel: Die Erfahrungen der englisch-ostindischen Aerzte betreffs der Choleraätiologie, besonders seit dem Jahre 1883. Zeitschrift f. Hygiene Bd. X Seite 402 u. folgende.

erhalten vermögen. So entstanden eine Reihe von Arbeiten von Hesse[1]), Heim[2]) u. A., welche uns über diesen Punkt werthvolle Aufschlüsse gaben, und zeigten, daß die Kommabazillen auf vielen Nahrungsmitteln selbst nach Wochen noch nicht abgestorben waren.

Ueber das Verhalten der Kommabazillen auf frischen Früchten und Gemüsen, in Getränken u. s. w. lagen zur Zeit, als nachstehende Versuche begannen, nur wenige Untersuchungen vor, deren Resultate sich noch dazu vielfach widersprachen. Es wurde deshalb im Laufe des vergangenen Sommers im Auftrage des Herrn Direktors auf der unter Leitung des Herrn Regierungsrathes Dr. Petri stehenden bakteriologischen Abtheilung des kaiserlichen Gesundheitsamtes diese Frage nochmals einer experimentellen Prüfung unterzogen. Dieselbe hatte gerade damals, wo die gefürchtete Seuche sich in bedrohlicher Weise den Grenzen des Deutschen Reiches näherte, für das kaiserliche Gesundheitsamt ein um so grösseres Interesse, als dasselbe vielfach in die Lage kam, sich über diesen Punkt gutachtlich zu äußern.

Verhalten der Cholerabakterien auf frischen Früchten und Gemüsen.

Der erste, welcher hierüber Untersuchungen anstellte, war wohl V. Babes[3]). Er konnte die Kommabazillen bei 36° auf gekochten Kartoffeln, Mohrrüben, Kohl mit Erfolg züchten. Ganz kümmerlich wuchsen sie ihm auf angefeuchtetem Brote und Hülsenfrüchten. Auf frischen Gemüsen, Kartoffeln, Fruchtsäften, Chokolade und Kaffee hielten sie sich 48 Stunden lebensfähig. Nach 24 Stunden erhielt er keine Kulturen mehr aus Impfstrichen von sauren Früchten, sauren Gemüsen, Senf, Zwiebeln und Knoblauch. Im Gegensatz hierzu behaupteten Tizzoni und Cattani[4]), daß die Kommabazillen sich nicht nur auf dem Mark der Früchte vermehrten und verbreiteten, sondern daß sie sich auch auf der Haut derselben in der feuchten Kammer 48 Stunden lebend erhielten. Ausführlicher als in den genannten Arbeiten wurde diese Frage von Celli[5]) bearbeitet. Auch dieser Forscher beobachtete noch 2½ Monate nach der Impfung auf der Schnittfläche von Aepfeln und Birnen üppigstes Wachsthum der Cholerabakterien. Jedoch hatten dieselben nach 6—20stündigem Wachsthum auf den Früchten die Fähigkeit verloren, auf anderen Nährböden sich wieder zu entwickeln, obgleich sie ihre morphologischen Eigenthümlichkeiten vollständig beibehalten hatten. Auf der Schnittfläche von Gurken und Melonen konnte er die Cholera noch nach 6 Stunden nachweisen.

[1]) Hesse: Unsere Nahrungsmittel als Nährböden für Typhus und Cholera. Zeitschrift f. Hygiene Bd. V. S. 527 u. folg.

[2]) Heim: Ueber das Verhalten der Krankheitserreger der Cholera, des Unterleibstyphus und der Tuberkulose in Milch, Butter und Käse. Arbeiten a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. V. S. 294 u. folg.

[3]) V. Babes: Untersuchungen über Koch's Kommabazillus. Virchow's Archiv Bd. 99. Seite 152.

[4]) Tizzoni und Cattani: Untersuchungen über Cholera. Centralbl. f. d. med. Wissenschaften 1886. Nr. 43 S. 771.

[5]) Celli: Delle nostre sostanze alimentari considerate come terreno di coltura di germi patogeni. Annali dell' istituto d'igiene sperimentale dell' universita di Roma. 1889 Bd. II. Nr. 2. Seite 6 und folgende.

24 Stunden nach der Impfung gelang ihm der Nachweis auf denselben wegen zu reichlicher Entwicklung anderer Bakterien nicht mehr. Auf der Oberfläche der Früchte hielten die Cholerabakterien sich nicht länger als 6 Stunden lebenskräftig, auch dann nicht, wenn er die Früchte in der feuchten Kammer aufbewahrte.

Die jüngst vergangene Choleraepidemie gab dann Veranlassung zur Veröffentlichung weiterer diesbezüglicher Arbeiten, von denen sich die Dunham'sche[1]) durch ihre Vollständigkeit auszeichnet. Dunham beobachtete auf Salatblättern, welche in einer leicht bedeckten Schüssel bei Zimmertemperatur aufbewahrt waren, eine Lebensdauer der Cholerabakterien von 5 Tagen, auf gekochtem Blumenkohl von 6—10 Tagen, auf demselben Gemüse im Eisschrank von 13 Tagen, auf frischem Blumenkohl ebenfalls eine solche von 13 Tagen, auf gekochtem Blumenkohl im Brutschrank eine solche von 3 Tagen. Auf leicht bedeckten Gurkenscheiben wies er sie bis zum 21. Tage nach, auf unbedeckten bis zum 3. Tage. Auf der Oberfläche von Gurken, frei der Luft ausgesetzt, waren sie nach 24 Stunden abgestorben. Auf der Schnittfläche von Erdbeeren waren die Cholerabakterien abgestorben nach 24 Stunden, auf der von rohen Zwiebeln, Trauben, Pfirsichen, Reineclauden nach 48 Stunden, auf der von Tomaten, Aepfeln nach 3 Tagen. Auf der Außenseite von Pfirsichen waren sie nach 2 bezw. 3 Tagen nicht mehr zu finden. Auf frischem Kohl hielten sich die Kommabazillen der Zimmerluft ausgesetzt 3 Tage, leicht bedeckt 4 Tage lebensfähig, auf gekochtem Kohl der Zimmerluft ausgesetzt 2 Tage, zwischen zwei frischen Kohlblättern 3 Tage.

Uffelmann[2]) erhielt von der Oberfläche eines mit Cholerastuhl geimpften Apfels nach 24 — 30 Stunden noch Kolonien, wenn das Impfmaterial angetrocknet war, bis zum Ablauf des 4. Tages, wenn die Frucht sich unter einer Glasglocke befand. Auf den ebenfalls mit Cholerastuhl geimpften Blättern von Blumenkohl hielten sich die Choleraerreger bis zum 4. Tage lebend.

Bei der Anordnung nachstehender Versuche sollten die Bedingungen derselben nach Möglichkeit so zugestaltet werden, wie sie in dem täglichen Leben vorkommen. Es wurden deshalb alle Früchte und Gemüse nicht sterilisirt untersucht. Ferner wurden sie an der Oberfläche und Schnittfläche geimpft. Im ersteren Falle kamen sie dann zum Theil in die feuchte Kammer, zum Theil wurden sie an der freien Zimmerluft aufbewahrt, zum Theil befanden sie sich in der Mitte eines gefüllten Korbes mit einer Höhe von 0,25 m und einem Durchmesser von 0,40 m. Im letzteren Falle wurde dann immer der Feuchtigkeitsgehalt der Luft mittelst des August'schen Psychrometers bestimmt, da gerade dieser nach den bekannten Untersuchungen über das Verhalten der Kommabazillen gegen Vertrocknung von wesentlichem Einfluß sein mußte.

Bei den Versuchen über das Verhalten der Cholerabakterien auf dem Fleische der Früchte wurde immer eine Reihe in bedeckten Glasschalen bei Zimmer-, eine andere bei Bruttemperatur gehalten, da beim Ausbleiben des Wachsthums nicht die chemische Zusammen-

---

[1]) Dunham: Home observations on the viability of the cholera bacillus. Medical Record 1892 Nr. 15 S. 414 und 415.

[2]) Uffelmann: Beiträge zur Biologie des Cholerabazillus. Berliner klin. Wochenschr. 1892. Nr. 48, Seite 1212.

setzung des Nährbodens, sondern ungünstige, äußere Umstände, namentlich aber eine zu niedere Temperatur die Ursache sein konnte.

Besondere Rücksicht wurde bei diesen Versuchen auch immer auf den Säuregehalt der Früchte genommen. Derselbe wurde deshalb nicht bloß mittelst Lakmuspapier geprüft, sondern fast in allen Fällen titrimetrisch festgestellt. Es wurde zu diesem Zwecke eine genau abgewogene Menge von Früchten zerkocht, zerquetscht, und der so erhaltene Brei auf einem Filter so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen, bis das abfließende Filtrat neutral reagirte. Dann wurde dasselbe auf ein bestimmtes Volumen — meist $^1/_2$ l — aufgefüllt, der Säuregehalt durch Titration mittelst $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge bestimmt. Da die in den Früchten vorhandene Säure wohl zum größten Theil aus Apfelsäure besteht, so wurden die gefundenen Säuremengen auf diese berechnet. Hiervon machten nur die Trauben, Apfelsinen und Citronen eine Ausnahme, bei welchen die Säurewerthe auf Wein- bezw. Citronensäure berechnet wurden. Größere Früchte wurden in zwei Hälften zerschnitten, die eine von ihnen zur Impfung mit Cholera, die andere zur Säurebestimmung benutzt. Bei kleineren Früchten (Kirschen, Johannisbeeren u. s. w.) wurde immer eine größere Anzahl solcher Früchte zu einer Bestimmung verwendet, aber immer nur solche, welche nach Größe und Reifezustand möglichst den mit Cholera geimpften entsprachen. Selbstverständlich wurde bei Kernfrüchten das Gewicht der Kerne von dem des Fleisches in Abzug gebracht, ebenso wurde bei vielen Früchten (Aepfel, Birnen, Pflaumen u. s. w.) die Schale vor der Säurebestimmung entfernt, so daß sich die gefundenen Werthe immer nur auf die im Fleische enthaltene Säure beziehen. Auf diese Weise wurden Zahlen erhalten, welche mit den in chemischen Handbüchern aufgeführten meist gut übereinstimmten. Um nur einige Beispiele anzuführen, giebt König[1]) in seinem Handbuche den Durchschnittsgehalt an freier Säure bei Birnen mit 0,20 %, bei Pfirsichen mit 0,92 %, Reineclauden mit 0,91 %, Preißelbeeren mit 2,34 % an; nach meinen Bestimmungen betrug derselbe im Durchschnitt bei Birnen 0,25 %, bei Pfirsichen 0,90 %, Reineclauden 1,02 %, Preißelbeeren 2,33 %. Uebrigens sei noch bemerkt, daß die Früchte derselben Sorte bei gleicher Größe und gleichem Reifezustand in ihrer Säuremenge nur ganz geringe Unterschiede aufweisen. So betrug der Säuregehalt von sechs gleich gut reifen Aepfeln derselben Sorte 0,40 %, 0,41 %, 0,42 %, 0,53 %, 0,55 %, und 0,59 % Apfelsäure. Aehnliche Ergebnisse wurden auch bei anderen Früchten erhalten.

Als Impfmaterial diente im Anfang der Untersuchungen eine aus dem Institut für Infektionskrankheiten bezogene Kultur von Cholera Massauah, später eine Kultur aus Hamburg. Es würde den Rahmen der Arbeit überschreiten, an dieser Stelle auf geringe morphologische Differenzen dieser beiden Kulturen einzugehen, nur so viel sei erwähnt, daß sie in ihrem Verhalten gegen säure- und zuckerhaltige Nährböden völlig übereinstimmten. Beide Cholerasorten kamen immer als junge, 1—4 Tage alte Agarkulturen zur Verwendung.

---

[1]) König: Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 3. Aufl. Seite 772 u. folg.

Die Impfung der Früchte geschah in der Weise, daß bei den Versuchen auf dem Fleisch der Früchte der Belag der Agarkulturen auf der Schnittfläche verrieben wurde. Kleinere Früchte, insbesondere die Beerenfrüchte, wurden zu einem Brei zerquetscht, und dieser dann reichlichst geimpft. Behufs Impfung der Oberfläche der Früchte und Gemüse wurden diese einfach in wässrige Choleraaufschwemmungen getaucht. Hierbei machte sich vielfach der Uebelstand bemerkbar, daß die Impfflüssigkeit infolge des Wachsüberzuges der Früchte nicht haftete, sondern in Tropfen sich zusammenzog und ablief.

Die Abimpfung von der Schnittfläche geschah in der üblichen Weise mit ausgeglühten Platinnadeln. Von der Oberfläche größerer Früchte (Aepfel u. s. w.) wurde das Material mit sterilen Schwämmen abgewischt, die letzteren dann in Bouillon oder Gelatine ausgewaschen und wieder entfernt. Kleinere Früchte wurden direkt in dem Nährboden abgespült und wieder entfernt. Aehnlich war auch das Verfahren bei den verschiedenen Gemüsesorten.

Der Nachweis der Cholerabakterien geschah in der überwiegenden Mehrzahl der Untersuchungen durch das Schottelius'sche Bouillonverfahren mit nachfolgender Gelatineplattenkultur.

Der Gang der Untersuchung gestaltete sich also in der Weise, daß von den geimpften Früchten in gewissen Zeitabständen — sehr oft stündlich — kleine Mengen in Bouillon übertragen wurden. Dieselbe blieb dann 24 Stunden im Brutschrank bei 37°. Darauf wurde sie mikroskopisch im hängenden Tropfen und gefärbten Deckglaspräparat untersucht, ferner wurden davon Gelatineplatten gegossen, welche dann eine Reihe von Tagen beobachtet wurden. Oft konnte schon nach 24 Stunden aus der Menge der aufgegangenen, charakteristischen Kolonien und aus dem Klatschpräparate die Diagnose ohne Weiteres gestellt werden. War jedoch die Zahl der gewachsenen Kolonien eine geringe, so wurden solche abgestochen, in Nährgelatine übertragen und bis zur völligen Sicherung der Diagnose weiter beobachtet. Meist war aber das umständliche Gelatineverfahren nicht nöthig. Begannen z. B. die Abimpfungen schon wenige Stunden nach der Impfung, so wuchsen die Kommabazillen in der Bouillon fast in Reinkultur. Dieselbe war trüb, zeigte das charakteristische Häutchen, gab die Rothreaktion und im mikroskopischen Bilde sah man nichts als Komma's. In anderen Fällen wieder, besonders bei Früchten mit hohem Säuregehalt, blieb schon bei der ersten Abimpfung die Bouillon steril. Wenn auch an einem Tage die Untersuchung ohne Erfolg geblieben war, so wurden doch die Uebertragungen noch einige Tage hindurch fortgesetzt, und erst wenn auch an diesen keine Cholerakolonien gefunden wurden, der Versuch als beendet betrachtet.

Obwohl neben den charakteristischen Cholerakolonien meist noch zahlreiche Kolonien anderer Bakterienarten auf der Gelatineplatte wuchsen, so wurde doch die Untersuchung durch die letzteren nicht gestört, da nur die wenigsten von ihnen die Gelatine verflüssigten. Choleraähnliche Kolonien wurden bei den zahlreichen Untersuchungen nicht gefunden. Dagegen wurde wiederholt ein Bazillus gesehen, welcher in seiner Kolonienbildung auf der Gelatineplatte dem Milzbrand außerordentlich ähnelte.

1. Kirschen.

a) Große, dunkelrothe, gut reife Herzkirsche. Säuregehalt 0,38 % A.[1]. Schnittfläche. Zimmertemperatur. In 3 Fällen waren die Cholerabakterien nach 48 Stunden, in einem nach 6 Tagen abgestorben. Das Fleisch der Kirschen am Schluß des Versuches verschimmelt, mißfarben, schmierig.

Dieselbe Sorte wie bei a. Säuregehalt 0,45 % A. Brutschrank von 37°. Cholerabakterien 6 Stunden nach der Impfung todt. (4 Versuche.)

b) Hellrothe, sehr saftige, saure Kirsche. Säuregehalt 0,67 % A. Schnittfläche. Bei Zimmer- und Bruttemperatur Cholerabakterien nach 3 Stunden zu Grunde gegangen.

c) Verhalten an der Oberfläche. In der feuchten Kammer Cholerakeime bis zum 5. Tage nachweisbar, der Zimmerluft ausgesetzt bis zu 1 Tage, dem direkten Sonnenlichte (bei 33° R.) ausgesetzt bis zu 1½ Stunden.

2. Erdbeeren.

Zum Versuch kamen 8 mittelgroße, gut reife Erdbeeren. Säuregehalt 1,2 % A. Schnittfläche. Zimmertemperatur: In einem Versuche Kommabazillen 3 Stunden nach der Impfung noch lebenskräftig, aber 24 Stunden nach derselben todt. In 3 anderen Versuchen Kommabazillen 3 Stunden nach der Impfung abgestorben. Bruttemperatur: Cholera 3 Stunden nach der Impfung noch entwickelungsfähig, nach 24 Stunden abgestorben.

Versuche über das Verhalten der Cholerabakterien auf der Oberfläche von Erdbeeren unterblieben.

3. Stachelbeeren.

Zum Versuch kamen mittelgroße, rothe Stachelbeeren. Säuregehalt 1,89 % A. Schnittfläche. Zimmertemperatur. Kommabazillen in einem Versuche 2½ Stunden nach der Impfung abgestorben, in 3 Versuchen um diese Zeit noch lebend, nach 24 Stunden in allen Versuchen todt. Bruttemperatur. In einem Versuche Cholera nach 1 Stunde todt, in 3 anderen 2½ Stunde nach der Impfung noch lebend, aber nach 24 Stunden abgestorben.

Verhalten auf der Oberfläche: in der feuchten Kammer Cholera nach 2 Tagen abgestorben, der Zimmertemperatur ausgesetzt nach 1 Tage.

4. Rothe Johannisbeeren.

Verhalten auf den zerquetschten Früchten. Säuregehalt 2,65 % A. Bei Brut- und Zimmertemperatur Cholera in allen (vier) Versuchen nach 1 Stunde todt.

Verhalten auf der unversehrten Oberfläche. Kamen die Beeren mit noch feuchtem Impfmaterial in die feuchte Kammer, so waren die Kommabazillen bis zum 5. Tage nachzuweisen. Wurden die Beeren mit leicht angetrocknetem Impfmaterial in die feuchte

---

[1]) A = Apfelsäure.

Kammer gebracht, so gingen die Cholerakeime erst nach 48 Stunden zu Grunde. Dem direkten Sonnenlicht bei 33° R. ausgesetzt, starben sie innerhalb 5 Stunden ab.

5. Weiße Johannisbeeren.

Säuregehalt 2,18 % A. Verhalten der Cholera auf den zerquetschten Beeren wie bei 4. Auf der feuchten Oberfläche der Beeren hielten sich die Kommabazillen 7 Tage am Leben, angetrocknet waren sie innerhalb eines Tages zu Grunde gegangen, dem direkten Sonnenlicht bei 33° R. ausgesetzt, innerhalb 1½ Stunden.

6. Himbeeren.

Säuregehalt 1,38 % A. Auf den zerquetschten Beeren Cholerabakterien innerhalb einer Stunde bei Zimmer- und Bruttemperatur abgestorben.

Verhalten auf der Oberfläche nicht untersucht.

7. Heidelbeeren.

Säuregehalt 0,94 % A. Cholerakeime in allen Versuchen bei Brut- und Zimmertemperatur nach 3 Stunden auf den zerquetschten Früchten vernichtet. Auf der mit Saft verunreinigten Oberfläche das gleiche Ergebniß.

8. Preißelbeeren.

Säuregehalt 2,33 % A. Cholerakeime auf den zerquetschten Beeren bei Zimmer- und Bruttemperatur innerhalb 2 Stunden abgestorben.

Verhalten auf der Oberfläche nicht geprüft.

9. Frische Trauben.

Zum Versuch kamen ziemlich gut reife weiße und blaue ungarische und deutsche Trauben. Der Säuregehalt belief sich

bei den	weißen	ungarischen	Trauben	auf 0,53 %	Weinsäure
„ „	blauen	„	„	„ 0,66 %	„
„ „	weißen	deutschen	„	„ 1,10 %	„
„ „	blauen	„	„	„ 0,70 %	„

Auf dem Fleische der Beeren des weißen Ungarweins waren die Cholerabakterien bei Zimmertemperatur in 2 Versuchen innerhalb 1 Stunde, in 2 anderen innerhalb 2 Stunden abgetödtet, auf dem Fleisch der blauen, ungarischen Trauben in allen Versuchen innerhalb 1 Stunde. Das gleiche Ergebniß wurde auch bei Versuchen auf dem Fleische der weißen und blauen, deutschen Trauben erhalten. Versuche bei Bruttemperatur unterblieben.

Verhalten auf der Oberfläche: In der feuchten Kammer bei Zimmertemperatur Cholerabakterien nach 4 Tagen abgestorben. — Eine Traube wurde mit einem sehr bazillenreichen Cholerastuhl geimpft und bei Zimmertemperatur in der feuchten Kammer gehalten. Auch hier hielten sich die Kommabazillen nicht länger als 4 Tage lebensfähig.[1])

[1]) An dieser Stelle sei erwähnt, daß sich in dem zur Impfung der Trauben verwendeten Stuhle die Bazillen noch nach 17 Tagen nachweisen ließen. In einem anderen, typischen Reißwasserstuhle, welcher die Kommabazillen in Reinkultur enthielt, gelang der Nachweis noch nach 14 Tagen, in zwei weiteren noch nach 12 bezw. 8 Tagen.

10. Aprikosen.

Sämmtliche in Versuch gestellten Früchte waren gut reif. Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Auf einer Frucht mit einem Säuregehalt von 1,4 % A. Cholera nicht mehr nachweisbar nach 20 Stunden, auf einer anderen mit einem Säuregehalt von 1,26 % A. Cholera nach 5 Stunden noch lebensfähig, nach 24 Stunden getödtet. Bruttemperatur. Auf zwei Früchten mit einem Säuregehalte von 1,3 % A. bezw. 1,36 % A. Cholerabazillen nach 24 Stunden getödtet.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer oder der freien Luft ausgesetzt Kommabazillen nach 24 Stunden getödtet, dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt (33 ° R.) in 5 Stunden.

11. Reineclauden.

Die zum Versuch verwendeten Früchte waren gut reif. Schnittflächenwachsthum. Zimmertemperatur.. Auf einer Frucht mit einem Säuregehalt von 0,96 % A. Cholerabakterien nach 24 Stunden noch lebend, nach 48 Stunden abgestorben, auf einer anderen mit einem Säuregehalt von 1,03 % A. Cholerabakterien nach 16 Stunden noch lebend, nach 24 Stunden todt. Bruttemperatur. Auf 2 Früchten mit einem Säuregehalt von 1,01 % bezw. 1,07 % A. Cholerabakterien nach 20 Stunden nicht mehr nachweisbar.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer und der Zimmerluft ausgesetzt Tod der Cholera nach 24 Stunden, dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt (33° R.) Tod nach 1 1/2 Stunden.

12. Pflaumen.

Mittelgroße, schwarzblaue, gut reife Sorte.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. In einem Falle (Säure nicht bestimmt) Tod der Cholerabakterien in 6 Stunden, in einem anderen (Säuregehalt 1,29 % A.) in 7 Stunden, in einem dritten (Säure nicht bestimmt) in 24 Stunden, in einem vierten (Säuregehalt 1,24 % A.) innerhalb 5 Tagen. Bruttemperatur. In zwei Fällen Tod der Cholera in 7 Stunden (Säuregehalt: 1,24 % bezw. 1,30 % A.), in einem anderen in 6 Stunden, in einem vierten Falle innerhalb 48 Stunden. Der Säuregehalt wurde in den beiden letzten Fällen nicht bestimmt.

Sehr große, hellrothe, gut reife Sorte.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Säuregehalt 0,96 % A. Tod der Cholerakeime in 6 Stunden. Bruttemperatur. Säuregehalt: 0,87 % A. Tod in 6 Stunden.

Oberfläche: Auf Pflaumen in der feuchten Kammer, und unbedeckt der Zimmerluft ausgesetzt Cholerakeime innerhalb eines Tages vernichtet, dem Sonnenlicht (bei 33° R.) ausgesetzt innerhalb 2 Stunden.

13. Zwetschen.

Zum Versuch kam eine überreife, mittelgroße Sorte.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Die Kommabazillen in einem Versuche innerhalb 48 Stunden (Säuregehalt nicht bestimmt), in zwei anderen (Säuregehalt 0,53 % A.) innerhalb 4 Tagen, in einem vierten (Säuregehalt 0,67 % A.) erst in 7 Tagen vernichtet. Das Fleisch der Zwetschen war nach 3 Tagen mißfarben, von

schmieriger Beschaffenheit, theilweise mit Schimmel überzogen. — Bruttemperatur. In einem Falle (Säuregehalt nicht bestimmt) Tod der Cholerakeime innerhalb 5 Stunden, in einem anderen innerhalb 24 Stunden, in einem dritten (Säuregehalt 0,53 % A.) innerhalb 48 Stunden, einem vierten (Säuregehalt 0,45 %) innerhalb 5 Tagen.

Verhalten auf der Oberfläche. Der Zimmerluft ausgesetzt Tod der Kommabazillen innerhalb 24 Stunden. In der feuchten Kammer Nachweis derselben noch 5 Tage nach der Impfung. Vom 6. Tage ab keine Cholera mehr erhalten. In der Mitte eines gefüllten Korbes, in welchem die Luft einen Feuchtigkeitsgehalt von 90,5 % relativer Feuchtigkeit besaß und ein Sättigungsdefizit von 1,4 gr, lebende Cholera noch nach 4 Tagen erhalten. Vom 5. Tage ab keine Cholera mehr.

14. Pfirsiche.

Die zum Versuch verwendeten Pfirsiche waren nicht völlig reif, aus Italien eingeführt.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Säuregehalt 0,89 % A. Kommabazillen in 5 Stunden vernichtet. Bruttemperatur. Säuregehalt: 0,91 % A. Dasselbe Ergebniß wie bei Zimmertemperatur.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer Kommabazillen nach 3 Tagen abgestorben, der Zimmerluft ausgesetzt innerhalb 2 Tagen, dem direkten Sonnenlicht (33° R.) innerhalb 1½ Stunden.

15. Birnen.

Untersucht wurden vier verschiedene Sorten ganz reifer, sehr saftreicher Tafelbirnen.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Lebensdauer auf Sorte I Säuregehalt 0,13 % A.) 3 Tage, auf Sorte II (Säuregehalt 0,32 % A.) 24 Stunden, auf Sorte III (Säuregehalt 0,31 % und 0,40 % A.) 4 Tage, auf Sorte IV (Säuregehalt 0,25 % bezw. 0,23 % A.) 4 Tage. — Bruttemperatur. Lebensdauer auf Birne I (Säuregehalt 0,17 % A.) 24 Stunden, auf Sorte II (Säuregehalt 0,40 % A.) 4 Stunden, Sorte III (Säuregehalt 0,27 % A.) 3 Tage, Sorte IV (Säuregehalt 0,15 % und 0,21 % A.) 3 Tage. Die Sorten III und IV waren nach dreitägigem Aufenthalt im Brutschrank schon stark in Fäulniß übergegangen. Ihre Schnittfläche enthielt neben zahllosen Fäulnißkeimen sehr reichliche Hefe- und Schimmelpilze. Dasselbe war auch bei den bei Zimmertemperatur gehaltenen Birnen III und IV der Fall.

Verhalten auf der Oberfläche. Auf der Oberfläche in der feuchten Kammer Cholerabakterien bis zum vierten Tage lebenskräftig nachgewiesen, in der Mitte eines gefüllten Korbes mit einem Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 94,2 % relativer Feuchtigkeit und einem Sättigungsdefizit derselben von 0,8 gr bis zum dritten Tage, auf Birnen, welche unbedeckt im Zimmer standen, noch 24 Stunden nach der Impfung.

16. Aepfel.

Zum Versuch kamen 2 Sorten von Aepfeln, ein weißer Sommerapfel von Ende August (Apfel I) und 3 sogenannte Gravensteineräpfel (Apfel II—IV).

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Lebensdauer der Cholera-

keime auf Apfel I (Säuregehalt 0,83 % A.) weniger als 6 Stunden, auf Apfel II (Säuregehalt 0,40 % A.) 2 Tage, auf Aepfel III (Säuregehalt 0,55 % A.) 6 Tage, auf Apfel IV (Säuregehalt 0,59 % A.) 7 Tage. Auf den beiden letzten Aepfeln war schon nach 24 Stunden die Schnittfläche zu einer festen, harten Kruste eingetrocknet, welche wahrscheinlich eine rasche Abtödtung der Cholerakeime durch die Fruchtsäfte verhinderte. Bruttemperatur. Lebensdauer auf Apfel I (Säuregehalt 1,2 % A.) weniger als 6 Stunden, auf Apfel II (Säuregehalt 0,41 % A.) 3 Tage, auf Apfel III (Säuregehalt 0,42 % A.) und Apfel IV (Säuregehalt 0,53 % A.) 2 Tage.

Verhalten auf der Oberfläche. Auf der Oberfläche gelang der Nachweis der Kommabazillen in der feuchten Kammer bis zum 4. Tage, in der Mitte eines gefüllten Korbes mit einem Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 82,8 % relativer Feuchtigkeit und einem Sättigungsdefizit von 2,3 g bis zum 3. Tage, auf Aepfeln, welche unbedeckt im Zimmer standen, bis zu einem Tage.

17. Gurken.

Zum Versuch kam eine frische, im August geerntete Salatgurke. Reaktion derselben ganz schwach sauer. Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Cholerabakterien in einem Versuche innerhalb 5, in 2 anderen innerhalb 7 Tagen abgestorben. Bruttemperatur. Cholera in einem Versuche innerhalb 4, in 2 anderen innerhalb 3 Tagen vernichtet. Bemerkt sei hier, daß der Cholerabazillus auf diesen rohen Gurkenscheiben einen eigenthümlich hellgelben Farbstoff bildete, welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit dem auf gekochten Kartoffelscheiben gebildeten Farbstoffe besaß. Auf gekochten Gurkenscheiben konnte diese Erscheinung nicht beobachtet werden.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer Lebensdauer 6 Tage, der Luft ausgesetzt 2 Tage.

18. Kürbisse.

Zum Versuch kam ein gewöhnlicher, gelber Speisekürbis. Reaktion des Fleisches eine Spur sauer.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. In einem Versuche gelang der Nachweis der Cholerabazillen bis zum 12., in einem andern bis zum 14. Tage. Bruttemperatur. Cholera in einem Versuche nach 2 Tagen, in einem anderen nach 4 Tagen nicht mehr nachweisbar. In diesen Versuchen waren die Kürbisscheiben schon stark in Fäulniß übergegangen, die Anzahl der verflüssigenden und nicht verflüssigenden, saprophyten Bakterienkolonien auf der Gelatineplatte eine so große, daß der Nachweis der Cholera nicht mehr geführt werden konnte. Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer Cholerabazillen noch bis zum 10. Tage, an der freien Luft bis zum 2. Tage lebensfähig.

19. Mohrrüben.

Reaktion der Mohrrüben sehr schwach sauer.

Verhalten auf der Schnittfläche. Zimmertemperatur. Nachgewiesene Lebensdauer in 2 Versuchen 3 Tage, in je einem 5 und 6 Tage, in zwei weiteren 9 Tage. Bruttemperatur. In 4 Versuchen Cholera nach 2 Tagen, in 2 Versuchen nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer und im Korbe (Feuchtigkeitsgehalt der Luft desselben 95,1 % relative Feuchtigkeit, Sättigungsdefizit 0,7 gr). Kommabazillen noch am 10. Tage nach der Impfung gefunden, auf der Oberfläche von Mohrrüben, welche der Zimmerluft ausgesetzt waren, bis zum 2. Tage.

20. Kohlrabi.

Verhalten auf der Schnittfläche. Reaktion derselben ganz schwach sauer. Zimmertemperatur. Tod der Cholerabazillen in je einem Versuche nach 3, 6, 7 und 8 Tagen. Bruttemperatur. Tod der Kommabazillen in 6, 7 und 8 Tagen.

Verhalten auf der Oberfläche. Cholerabazillen in der feuchten Kammer nach 9 Tagen, unbedeckt der Zimmerluft ausgesetzt nach 24 Stunden abgestorben.

21. Blaukraut.

Auf den Blättern, welche mit noch nassem Impfmaterial in die feuchte Kammer gebracht wurden, Kommabazillen noch 20 Tage nach der Impfung nachgewiesen. Auf Blättern, welche in einer Glasglocke unbedeckt im Zimmer standen, Kommabazillen innerhalb 24 Stunden abgestorben.

22. Spinat.

Auf den Blättern in der feuchten Kammer Cholerabakterien noch bis zum 12. Tage nachweisbar, auf Blättern, welche ohne Bedeckung an der Zimmerluft lagen, bis zum 6. Tage.

23. Blumenkohl.

Auf den Köpfen desselben in der feuchten Kammer Kommabazillen bis zum 15. Tage, an der Luft bis zu 3 (2 Versuche) und 5 Tagen (1 Versuch) lebensfähig. Im ersteren Falle war vom 10. Tage ab der Blumenkohl größten Theils verfault.

24. Zwiebeln.

Zum Versuch kamen gewöhnliche, große Zwiebeln und kleine Perlzwiebeln.

Verhalten auf der Schnittfläche der großen Zwiebeln. Reaktion der Zwiebeln ganz schwach sauer. Zimmertemperatur. Cholerabakterien in 3 Versuchen innerhalb 48 Stunden, in einem innerhalb 4 Tagen abgestorben. Bruttemperatur. In 3 Versuchen Cholera innerhalb 2 Tagen, in einem innerhalb 3 Tagen zu Grunde gegangen.

Verhalten auf der Oberfläche der großen Zwiebeln. In der feuchten Kammer Kommabazillen 3 Stunden nach der Impfung noch lebensfähig, nach 24 Stunden abgestorben, im gefüllten Korbe mit einem Luftfeuchtigkeitsgehalt von 96,6 % relativer Feuchtigkeit und einem Sättigungsdefizit von 0,4 gr nach 24 Stunden in 9 von 14 Versuchen noch lebende Kommabazillen erhalten, nach 2 Tagen in allen Versuchen abgestorben. Auf Zwiebeln der Zimmerluft ausgesetzt 24 Stunden nach der Impfung keine Kommabazillen mehr nachweisbar. Dasselbe Resultat, wenn dieselben zwischen zwei trockene Blätter der Schalen gebracht wurden.

Verhalten auf der Oberfläche von Perlzwiebeln. In der feuchten Kammer lebensfähige Cholerabakterien 3 Tage lang nachgewiesen. Der Luft ausgesetzt Tod derselben innerhalb 24 Stunden.

25. Citronen.

Verhalten auf der Schnittfläche. Säuregehalt 6,5 % Citronensäure. Kommabazillen bei Zimmer- und Bruttemperatur innerhalb 5 Stunden abgestorben.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer Cholerabazillen bis zum 10. Tage nachweisbar, der Zimmerluft ausgesetzt bis zu 24 Stunden. Desgleichen in einer größeren Kiste mit einem Luftfeuchtigkeitsgehalt von 82,7 % relativer Feuchtigkeit und einem Sättigungsdefizit von 2,3 gr.[1])

26. Apfelsinen.

Verhalten auf der Schnittfläche. Säuregehalt 1,47 % Citronensäure. Zimmertemperatur. 3 Stunden nach der Impfung Cholerabakterien in einem von 4 Versuchen abgestorben, 24 Stunden nach derselben in allen Fällen getödtet. Bruttemperatur. In 2 von 4 Versuchen 3 Stunden nach der Impfung keine Cholera mehr nachweisbar, 24 Stunden nach derselben Kommabazillen in sämmtlichen Versuchen getödtet.

Verhalten auf der Oberfläche. In der feuchten Kammer Cholera 3 Tage nach der Impfung abgestorben, der Zimmerluft ausgesetzt in 6 Tagen.

Aus den mitgetheilten Versuchen geht hervor, daß die Erreger der Cholera sich auf frischen, nicht sterilisirten Früchten ganz verschieden verhalten, je nachdem sie an die äußere Oberfläche oder auf das Fleisch derselben gebracht werden. Ist das erstere der Fall, so ist die Lebensdauer der Kommabazillen weniger von der Fruchtsorte abhängig, als vielmehr davon, ob die Früchte vor Vertrocknung geschützt sind oder nicht. Dem entsprechend wurden in der feuchten Kammer, in Fruchtkörben mit hohem Feuchtigkeitsgehalt die Kommabazillen oft viele Tage nachgewiesen, während sie auf derselben Fruchtsorte, aber der freien Zimmerluft ausgesetzt, ziemlich schnell zu Grunde gingen. Fäulnißprozesse der Früchte und Gemüse, sowie auch die Wucherungen von Schimmelpilzen auf den Impfstellen scheinen im Allgemeinen ohne besonderen, schädigenden Einfluß auf die Lebensfähigkeit der Kommabazillen zu sein. Wenigstens konnten dieselben wiederholt auf völlig verfaulten und verschimmelten Früchten und Gemüsen noch gefunden werden.

Viel schneller als auf der Oberfläche gingen die Kommabazillen durchschnittlich auf der Schnittfläche von Früchten und Gemüsen zu Grunde. Die Ursachen für diese Thatsache dürften wohl in erster Linie chemischer Natur sein, und zwar dürften hierfür der Gehalt der Früchte an Fruchtsäuren und Zucker am meisten verantwortlich gemacht werden. Durch die Untersuchungen von Kitasato[2]) wissen wir, daß die Kommabazillen bei einem Gehalt des Nährbodens an Pflanzensäuren (Apfel-, Citronen- und Wein-

[1]) Die Citronen kommen in Seidenpapier eingewickelt zu 300—500 Stück in größeren Holzkisten zum Versand.

[2]) Kitasato: Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabazillen zu säure- oder alkalihaltigen Nährböden. Zeitschr. für Hygiene Bd. 3, S. 412.

säure) von 0,224 bis 0,24 % in ihrer Entwickelung gehemmt, bei einem solchen von 0,27 — 0,3 % abgetödtet werden. Nun übersteigen die bei den meisten Früchten gefundenen Säurewerthe die Kitasato'schen Zahlen um ein Beträchtliches, sodaß man hierdurch allein das rasche Absterben der Cholerabakterien erklären könnte. Aber auch auf Früchten mit sehr geringem Säuregehalt (z. B. Birnen) und namentlich auf den Gemüsen, welche blaues Lakmuspapier eben rötheten, gingen die Cholerabazillen ziemlich schnell zu Grunde. Für diese Fälle muß man wohl außer der Säure auch noch den Gehalt an Zucker, besonders an Trauben- und Fruchtzucker zur Erklärung heranziehen. Durch die Untersuchungen Buchner's[1]) wissen wir, daß der Koch'sche Kommabazillus in rohr-, milch- und traubenzuckerhaltigen Nährböden Säure bildet, und daß diese Säure das Wachsthum der Cholerabakterien in nachtheiliger Weise beeinflußt. Es war also anzunehmen, daß ähnliche Vorgänge sich auch auf den zuckerhaltigen Früchten abspielen.

Um diese Frage zu entscheiden, wurden einmal die Buchner'schen Angaben nachgeprüft, und die Cholerabakterien in Pepton-Kochsalzlösungen (Pepton 1%, Na Cl 0,5%) mit verschieden starken Zusätzen von Trauben- bezw. Fruchtzucker (2, 4, 5 und 10 %) bei Brut- und Zimmertemperatur gezüchtet. Nach Verlauf von 1, 2, 3 u. s. w. Tagen wurde dann aus diesen Nährlösungen immer die gleiche Menge in Gelatine übertragen und zu Platten ausgegossen. Es ergab sich hierbei, daß die Kommabazillen sich in den ersten 24 Stunden in der Zuckerlösung unter Trübung derselben stark vermehrten, dann aber und zwar meist ganz plötzlich unter Säurebildung abstarben. Bei Bruttemperatur ging dieser Prozeß etwas schneller vor sich als bei Zimmertemperatur, wie aus folgenden Tabellen hervorgeht.

Tabelle I. Verhalten bei 37°.

Gehalt des Nährbodens an Zucker.	Reaktion der Nährlösung		Zahl der gewachsenen Kolonien nach Tagen:						
	vor Beginn des Versuches.	nach Beendigung des Versuches.	1	2	3	4	5	6	7
Pepton 1%. Na Cl 0,5%. Traubenzucker 2%.	schwach alkalisch.	schwach sauer.	äußerst zahlreich. Mit Wolffhügel nicht zählbar.	steril.	steril.	steril.	—	—	—
Pepton u. Na Cl wie vorher. Traubenzucker 4%.	"	"	"	"	"	"	—	—	—
Pepton u. Na Cl wie vorher. Traubenzucker 5%.	"	"	"	noch nicht zählb.	langsame Abnahme.		steril.	steril.	—
Pepton u. Na Cl wie vorher. Traubenzucker 10%.	"	"	"	steril.	steril.	steril.	—	—	—

[1] Buchner: Beiträge zur Kenntniß des Neapeler Cholerabazillus und einiger demselben nahe stehender Spaltpilze. Archiv f. Hygiene Bd. 3, S. 417 u. folg.

Tabelle II. Verhalten bei Zimmertemperatur (16—18° R).

Gehalt der Nährlösung an Traubenzucker.	Reaktion der Nährlösung vor Beginn des Versuches.	Reaktion der Nährlösung nach Beendigung desselben.	Zahl der gewachsenen Kolonien nach Tagen: 1	2	3	4	5	6	7
Pepton 1 %. Na Cl. 0,5 %. Traubenzucker 2 %.	schwach alkalisch.	schwach sauer.	äußerst zahlreich. Mit Wolffhügel nicht zählbar.	Keine Abnahme.	Deutl. Abnahme. Noch sehr zahlr.	etwa 400.	nicht übertragen.	steril.	steril.
Pepton u. Na Cl. wie vorher. Traubenzucker 4 %.	„	„	„	„	„	etwa 100.	„	steril.	steril.
Pepton u. Na Cl. wie vorher. Traubenzucker 5 %.	„	„	„	„	„	etwa 130.	10	steril.	steril.
Pepton, Na Cl., Traubenzucker 10 %.	„	„	„	„	„	700.	steril.	steril.	steril.

Dieselben Versuche wurden auch mit Fruchtzuckerlösungen mit gleichem Ergebnisse angestellt.

Es war ferner für unsere Zwecke nicht uninteressant zu untersuchen, wie groß die in solchen Zuckerlösungen durch die Cholerabazillen gebildete Säuremenge war. Zu diesem Behufe wurden 100 ccm Pepton-Kochsalzlösungen mit Zusatz von 2 % und 5 % Trauben- bezw. Fruchtzucker mit Cholera Hamburg geimpft und 4 Tage im Brutschrank bei 37° gelassen. Die Reaktion der Nährlösungen bei Beginn der Versuche war schwach alkalisch, und zwar betrug die Alkalinität so viel, daß 0,7 ccm eine $^{1}/_{10}$ Normal-Schwefelsäure hinreichten, die Lösungen vollständig zu neutralisiren. Nach 4 Tagen waren die Choleraкeime in allen Kölbchen abgestorben, die Lösungen färbten blaues Lakmuspapier deutlich roth. Zum Neutralisiren der zweiprozentigen Traubenzuckerlösung waren 8,8 ccm $^{1}/_{10}$ Normal-Kalilauge nothwendig, der fünfprozentigen 9,1 ccm, der zweiprozentigen Fruchtzuckerlösung 8,5 ccm, der fünfprozentigen 8,6 ccm. Berechnet man die gebildete Säuremenge auf Apfelsäure, so würden in der zweiprozentigen Traubenzuckerlösung 0,064 % Apfelsäure enthalten gewesen sein, in der fünfprozentigen 0,066 %, in der zwei- und fünfprozentigen Fruchtzuckerlösung 0,062 %. Aus diesen Versuchen geht auch hervor, daß weder die Sorte noch die Concentration des Zuckers von großem Einfluß auf die Menge der gebildeten Säure ist. —

Ganz dieselben Resultate wie mit den Pepton-, Kochsalz-, Trauben- und Fruchtzuckerlösungen wurden auch mit neutralisirten Früchten erhalten. Auch in diesen starben die Cholerabakterien in kurzer Zeit ab. Zu den Versuchen wurden Aepfel mit 6,7 % Invertzucker verwandt. Dieselben wurden gekocht, zu einem Brei zerrieben, der letztere dann sorgfältig neutralisirt und in kleinen Doppelschalen sterilisirt. Nach erfolgter Impfung wurden dann die Schalen bei 37° C. gehalten. Nach 24 Stunden konnten in allen Versuchen noch lebensfähige Kommabazillen nachgewiesen werden. Nach 48 Stunden waren sie jedoch abgestorben, der Apfelbrei reagirte wieder deutlich sauer.

Verhalten der Cholerabazillen in verschiedenen Getränken.

Wie in den vorhergehenden Versuchen, so geschah auch in den folgenden der Nachweis der Cholerabazillen ausschließlich durch das Schottelius'sche Bouillonverfahren mit nachfolgender Gelatineplattenkultur.

1. Milch.

Ueber das Verhalten der Cholerabazillen in sterilisirter und nicht sterilisirter Milch sind schon die umfassendsten Untersuchungen angestellt worden. Schon Koch[1]) hatte auf der 1. Cholerakonferenz darauf aufmerksam gemacht, daß dieselben in der Milch sehr rasch und reichlich wachsen. Kitasato[2]) konnte dann nachweisen, daß sie in sterilisirter Milch bei 36° zwei Wochen, bei 22—25° C. drei Wochen lebensfähig blieben. In nicht sterilisirter Milch gingen sie nach den Untersuchungen dieses Autors bei 22—25° in 1 bis $1^1/_2$ Tagen, bei 8—18° in 2—3 Tagen zu Grunde. Noch länger beobachtete sie Heim[3]) in nicht sterilisirter Milch. Derselbe sah sie bei Zimmertemperatur erst nach sechs Tagen zu Grunde gehen. Uffelman[4]) erhielt noch Cholerakolonien aus ziemlich frischer Milch, bei 19—22° C. aufbewahrt, $30^1/_2$ Stunden nach der Impfung, keine mehr nach 40 Stunden, aus kurz aufgekochter, bei 19—20° gehaltener Milch 45 Stunden nach der Impfung, keine mehr nach 60 Stunden. Brachte er 25 ccm frische Milch in eine vorher mit künstlich cholerainfizirtem Flußwasser ausgespülte Porzellanschale, so bekam er sechs Stunden nach der Impfung keine Cholerakolonien mehr. In einem anderen, ähnlichen Versuche, in welchem statt frischer, sterilisirte Milch benutzt wurde, gingen $6^1/_2$ Stunden nach der Impfung noch 16 Cholerakolonien an.

Meine diesbezüglichen Untersuchungen wurden mit Vollmilch, Magermilch und mit Rahm angestellt. Die Milchsorten wurden in dem Zustande, wie sie der Händler in Berlin auf der Straße feil bietet, in sterile Reagenzgläser gefüllt und mit einer frischen Cholera-Agarkultur reichlichst geimpft. Nach der Impfung wurde eine Versuchsreihe bei Zimmertemperatur gehalten, eine andere im Eisschrank, eine dritte im Brutschrank. Alle Milchsorten reagirten bei Beginn des Versuches amphoter. Nach 24 Stunden erfolgte die erste Uebertragung in Bouillon. Die Milch war in allen Fällen, auch im Eisschrank, geronnen, stark sauer reagirend. Die Cholerabazillen waren nach dieser Zeit in allen mit Vollmilch und Rahm gefüllten Röhren abgestorben. Von den mit Magermilch gefüllten enthielten sie nur zwei Röhren, welche sich im Eisschrank befanden. Auch in diesen beiden waren sie nach 48 Stunden zu Grunde gegangen.

In einer anderen Versuchsreihe wurde Vollmilch eine Stunde im Dampfkochtopf gekocht. Nach dem Erkalten wurde sie mit Cholera geimpft und bei Bruttemperatur, Zimmertemperatur und im Eisschrank aufbewahrt. In allen diesen Versuchen konnten 9 Tage nach der Impfung noch Kommabazillen gefunden werden, jedoch nicht mehr vom 10. Tage an.

---

[1]) Siehe deutsche med. Wochenschrift 1884, Nr. 32, Seite 501.

[2]) Kitasato: Das Verhalten der Cholerabakterien in der Milch. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. V. Seite 492 u. 493.

[3]) L. c. Seite 298.

[4]) L. c. Seite 1210.

2. Thee.

Zur Untersuchung kam schwarzer, chinesischer Thee in 1, 2, 3 und 4prozentigen Aufgüssen. Dieselben wurden in der üblichen Weise mit siedendem Wasser hergestellt, in sterile Reagenzgläser gefüllt, und nach dem Erkalten mit Cholera geimpft. Alle Versuche wurden bei Zimmertemperatur gemacht. Es ergab sich nun aus diesen, daß ein einprozentiger Aufguß keinen Einfluß auf die Lebensfähigkeit der Kommabazillen ausübt. In diesen waren die Bazillen noch 8 Tage nach der Impfung nachweisbar (6 Versuche). Dagegen vernichteten zweiprozentige Aufgüsse die Cholerabazillen in 2 Versuchen innerhalb 24 Stunden, in zwei anderen innerhalb 2 Tagen, in je einem innerhalb 3 und 4 Tagen. In dreiprozentigen Aufgüssen waren die Kommabazillen in allen Versuchen innerhalb 24 Stunden abgestorben (in zwei schon innerhalb einer Stunde, in drei innerhalb 2 Stunden, in einem innerhalb 24 Stunden). In vierprozentigen Aufgüssen konnten sie eine Stunde nach der Impfung nicht mehr gefunden werden.

3. Kakao.

Zu den Versuchen diente Blooker's entölter Kakao. Derselbe wurde nach der in den Packeten beiliegenden Vorschrift als ein- und zweiprozentige Abkochung bereitet. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung dieselbe wie beim Thee. Das Ergebniß der Versuche war nun, daß dem Kakao in dieser Concentration keine keimtödtenden Eigenschaften zukommen. Sowohl in der einprozentigen wie in der zweiprozentigen Abkochung waren die Cholerakeime 7 Tage nach der Impfung noch lebensfähig. (Von jeder Abkochung 6 Versuche.)

4. Kaffee.

Seitdem Oppler[1]) zuerst auf die bakterientödtenden Eigenschaften des Kaffee's aufmerksam gemacht hat, sind dieselben wiederholt Gegenstand bakteriologischer Untersuchungen geworden. Sucksdorff[2]), welcher 200—300 ccm eines fünfprozentigen Kaffeeinfuses 72 Stunden offen im Laboratorium stehen ließ, konnte in demselben keine Spaltpilze, sondern nur vereinzelte Schimmelpilze nachweisen. Auch wenn er 50 ccm des genannten Kaffeeinfuses mit Schleußen- oder Schmutzwasser, oder mit einer verflüssigten Gelatine-Bakterienkultur verunreinigte, entwickelten sich die Spaltpilze in demselben viel langsamer und in geringerer Zahl, als in einem einprozentigen Theeaufguß oder in sterilem Wasser.

Der erste jedoch, welcher in exakter Weise eine Reihe pathogener Bakterien auf ihr Verhalten gegen gerösteten Kaffee untersuchte, war Heim[3]). Bezüglich der Koch'schen Cholerabakterien fand er, daß ein Zusatz von 3 Tropfen eines zehnprozentigen Kaffeeaufgusses zu 10 ccm Fleischwasser-Pepton-Gelatine genüge, um die Entwickelung der Kommabazillen zu verzögern, ein solcher von 150 Tropfen, um das Wachsthum der-

[1]) Centralbl. für Chirurgie 1885 Nr. 30.

[2]) Sucksdorff: Das quantitative Vorkommen von Spaltpilzen im menschlichen Darmkanale, Archiv f. Hygiene Bd. IV. Seite 368 und folgende.

[3]) Heim: Ueber den antiseptischen Werth des gerösteten Kaffees. Münch. med. Wochenschr. 1887. Nr. 16 und 17. Seite 293 und folgende und Seite 312 und folgende.

selben nahezu völlig aufzuheben. Jedoch konnte Heim aus letzterer Gelatine noch 5 Tage nach der Impfung lebensfähige Kommabazillen züchten. Auf Gelatineplatten, welche einen Zusatz von 1 bezw. 5 % frisch gemahlenen und zerstoßenen Kaffee erhalten hatten, kamen keine Cholerabakterien zur Entwickelung.

Endlich ist noch die Arbeit von Lüderitz[1]) zu nennen, welcher eine große Menge pathogener und nicht pathogener Bakterienarten auf das Verhalten gegen Kaffee prüfte. Auch er fand bezüglich des Bazillus der asiatischen Cholera, daß derselbe gegen Kaffee sehr empfindlich ist. Nach Lüderitz beginnt schon bei einem Kaffeegehalt der Gelatine von 0,05 % die Entwickelungshemmung des Kommabazillus, und ist beendet bei einem Gehalt von 1 %. In einem einprozentigen Aufgusse wurden sie in 7 und 8 Stunden getödtet, in einem fünfprozentigen in $1^1/_2$ — 4 Stunden, in einem zehnprozentigen in 3 und 4 Stunden, in einem zwanzigprozentigen in 3 und in einem dreißigprozentigen in $^1/_2$, $^3/_4$, 1 und 2 Stunden. Auch in einem nicht mehr frischen, 5 Tage alten fünfprozentigen Infuse waren die Kommabazillen $^1/_2$ bezw. 3 Stunden nach der Impfung vernichtet.

Zu meinen eigenen Untersuchungen kam ein frisch bereiteter, sechsprozentiger Aufguß zur Verwendung. Derselbe wurde wie beim Thee nach dem Erkalten in sterile Reagenzgläser gefüllt, mit Cholera Hamburg geimpft und bei Zimmertemperatur gehalten. Eine, zwei, fünf u. s. w. Stunden nach der Impfung erfolgten Uebertragungen in Bouillon. Es zeigte sich nun, daß schon nach einer Stunde die Kommabazillen in zwei von sechs Versuchen abgestorben waren; nach zwei Stunden wurden sie in keinem der Versuche mehr gefunden.

Ferner wurde noch ein Kaffee untersucht, welcher außer geringen Mengen Kaffees noch Roggen und Cichorie enthielt. Nach einer Stunde waren in diesem Getränke die Kommabazillen in drei Versuchen noch am Leben, nach zwei Stunden waren sie noch in einem Falle nachzuweisen, nach fünf Stunden wurden in allen Versuchen keine Bazillen mehr erhalten. Diese Ergebnisse wurden nicht geändert, wenn zu dem Kaffee etwas abgekochte Milch hinzugesetzt wurde.

5. Bier.

Zur Untersuchung kam Münchener, Pilsener, ein Berliner Lagerbier und Berliner Weißbier. Das frische Bier wurde in Mengen von etwa 100 ccm in Erlenmeyer'sche Kölbchen gefüllt, mit Cholera Hamburg reichlich infizirt und bei Zimmertemperatur (16—18° R.) gehalten. Ein, zwei, drei, fünf u. s. w. Stunden nach der Impfung erfolgten die Uebertragungen in Bouillon. Im Münchener Bier waren die Cholerabakterien zwei Stunden nach der Impfung von 6 Versuchen in 4 abgestorben, drei Stunden nach derselben gelang ihr Nachweis in keinem Versuche mehr. Im Pilsener Bier lebten die Bazillen noch eine Stunde nach der Impfung, drei Stunden nach derselben waren sie auch hier getödtet (6 Versuche). Dasselbe Ergebniß wurde auch mit dem Berliner Lagerbier (Patzenhofer) erhalten. Im Berliner Weißbier waren die Bazillen eine Stunde

[1]) Lüderitz: Einige Untersuchungen über die Einwirkung des Kaffeeinfuses auf die Bakterien Zeitschrift f. Hygiene Bd. VII. Seite 251 und folgende.

nach der Impfung noch in 4 (von 10) Versuchen lebensfähig, 1½ Stunde nach derselben noch in 2, drei Stunden nach der Impfung wurden in keinem der Kölbchen mehr lebende Kommabazillen gefunden.

Die eben mitgetheilten Versuche bestätigen die Angaben Th. Weyl's[1]), welcher fand, daß das Bier ein schlechter Nährboden für die Cholerabakterien ist. Weyl untersuchte Berliner Weißbier und sechs verschiedene Sorten eines in Berlin gebrauten, untergährigen Bieres. Er fand, daß im frischen Berliner Weißbier die Choleraerreger innerhalb 24 Stunden zu Grunde gingen. Sterilisirte er das Weißbier, so starben die Bazillen darin bei Bruttemperatur innerhalb 24 Stunden, bei Zimmertemperatur innerhalb 48 Stunden ab. Auch in alkalisirtem und sterilisirtem Weißbiere konnte er sie nicht länger als drei Tage nachweisen. In den untergährigen Bieren waren die Kommabazillen bei Brut- und Zimmertemperatur ebenfalls in 24 Stunden vernichtet, in alkalisirten und sterilisirten Lagerbieren innerhalb drei Tagen.

6. Wein.

Es ist von vornherein anzunehmen, daß die Cholerakeime sich in den verschiedenen Weinsorten nicht längere Zeit lebensfähig erhalten können. Der Gehalt an Weinsäure und deren sauren Salzen ist ein zu hoher, um ein solches Gedeihen derselben zu gestatten. Er übertrifft auch bei den weniger sauren Marken die Werthe um ein Mehrfaches, bei welchem nach Kitasato[2]) das Absterben der Cholerabakterien in weinsäurehaltiger Bouillon erfolgt. In Uebereinstimmung hiermit sah denn auch Pick[3]) die Kommabazillen in reinem Roth- und Weißwein, sowie in Verdünnungen desselben mit Wasser sehr rasch zu Grunde gehen. Eine 10—15 Minuten dauernde Einwirkung von unverdünntem Wein wie von zu gleichen Theilen mit Wasser vermischten Wein genügte, die Cholerakeime zu tödten.

Meine diesbezüglichen Untersuchungen erstreckten sich auf eine Sorte Weißwein (Deidesheimer) und Rothwein (Medoc St. Estephe), sowie auf Apfelwein. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie die in früheren Versuchen. Das Ergebniß der Versuche war nun, daß im Weißweine die Kommabazillen innerhalb 5 Minuten zu Grunde gingen. Im Rothwein waren sie 10 Minuten nach der Impfung noch lebensfähig, 15 Minuten nach derselben abgestorben. Im Apfelwein konnten sie 15 Minuten nach der Impfung noch nachgewiesen werden, 20 Minuten nach derselben waren sie ebenfalls getödtet.

Verhalten der Cholerabazillen auf verschiedenen anderen Nahrungs- und Genußmitteln.

1. Fische.

Es liegen in der Litteratur einige Angaben vor, welche es wahrscheinlich machen, daß unter günstigen Umständen durch infizirte, frische Fische eine Verschleppung der

[1]) Weyl: Können Cholera, Typhus und Milzbrand durch Bier übertragen werden? Deutsche med. Wochenschrift 1892 Nr. 37 S. 833/34.

[2]) l. c. Seite 412.

[3]) Pick: Ueber den Einfluß des Weines auf die Entwicklung der Typhus- und Cholerabazillen. Centralbl. f. Bakter. u. Parasiten. Bd. XII., S. 293.

Cholera zu Stande kommen kann. Einen solchen Fall berichtete Dönitz[1]) aus Tokyo, wohin aus einem benachbarten Fischerdorfe durch den Handel mit frischen Fischen die Seuche verschleppt wurde. Auch aus der jüngsten Choleraepidemie zu Stettin wurden zwei Choleraerkrankungen bei Frauen von Bethe[2]) mitgetheilt, welche sich, wie Bethe vermuthet, bei der Zubereitung frischer Oderfische infizirt hatten.

Es war deshalb nicht uninteressant zu untersuchen, wielange sich die Cholerabakterien auf den verschiedenen Sorten von Fischen am Leben erhalten. Zu den Versuchen wurden frische See- (Flundern, Schellfische) und Süßwasserfische (Karpfen) verwendet, ferner Salzhäringe und geräucherte Häringe. Die Fische wurden mit einer äußerst bazillenreichen Choleraaufschwemmung an ihrer Oberfläche infizirt, und dann in einem Eisschrank bezw. an einem kühlen Orte aufbewahrt Nach 24 Stunden erfolgte die erste Abimpfung in Bouillon. Die frischen Fische, auch die im Eisschrank gehaltenen, waren um diese Zeit schon in hochgradige Fäulniß übergegangen. Jedoch gelang der Nachweis der Kommabazillen noch in allen Fällen. Nach 48 Stunden jedoch war es nicht mehr möglich, denselben zu führen. Die Zahl der proteusartigen, die Gelatine rasch verflüssigenden Bakterien war jetzt eine so große, daß die Platten immer eher abflossen, als die Cholera zur deutlichen Entwicklung gelangen konnte.

Aus demselben Grunde konnten auch bei den Salz- und geräucherten Heringen die Kommabazillen schon nach 24 Stunden nicht mehr gefunden werden. Dagegen gelang es Uffelmann[3]) dieselben auf dem Fleische von einem geräucherten Heringe, welchen er bei 10—12° C. unter einer Glasglocke hielt, bis zum vierten Tage lebensfähig nachzuweisen.

2. Caviar.

Zu diesen Versuchen wurde Elbcaviar und russischer Caviar verwendet. Beide Sorten stammten aus einer bekannten Handlung Berlins, reagirten schwach sauer. Der Elbcaviar war etwas stärker gesalzen als der russische. Der Caviar wurde in kleinen Doppelschalen in ziemlich dicker Schicht ausgebreitet, dann mit einer wäßrigen Aufschwemmung einer eintägigen Agarkultur von Cholera Hamburg geimpft und damit innig vermischt. Von beiden Caviarsorten wurde eine Versuchsreihe bei Zimmertemperatur, eine andere im Eisschranke gehalten. Der Nachweis der Cholerabakterien erfolgte durch das Schottelius'sche Verfahren. Die Ergebnisse dieser Versuche waren nun, daß die Kommabazillen regelmäßig im Verlaufe einiger Tage abstarben. Jedoch war die Zeit, innerhalb welcher dies geschah, nicht immer so kurz, wie dies C. Fränkel[4]) angiebt, bei dessen Versuchen die Kommabazillen innerhalb 24 bis 48 Stunden zu Grunde gingen. Nach meinen Versuchen starben sie im russischen Caviar bei Zimmertemperatur nach 3, 4 und 6 Tagen ab, im Eisschrank erst nach 8 Tagen. Im Elb-

[1]) Dönitz: Bemerkungen zur Cholerafrage. Zeitschr. f. Hygiene Bd. I S. 410 und 411.

[2]) Bethe: Die Choleraepidemie zu Stettin im Herbst 1892. Deutsche med. Wochenschr. 1892. Nr. 49 S. 1129.

[3]) Uffelmann l. c. S. 1212.

[4]) C. Fränkel: Ueber das Verhalten der Cholerabakterien auf gesalzenem Caviar. Hygien. Rundschau 1892 Nr. 22, Seite 965.

caviar waren sie bei Zimmertemperatur nach 24 Stunden nicht mehr nachweisbar; im Eisschrank dagegen betrug die Lebensdauer 4 bis 6 Tage. Aehnliche Angaben über die Lebensdauer der Cholerabakterien in Caviar macht auch Haider[1]), welcher die Bazillen in einigen seiner zahlreichen Versuche noch am 8., 10. und 12 Tage nach der Impfung nachweisen konnte.

3. Einige Konditorwaaren.

Zum Versuch kamen verschiedene Konfektsorten, nämlich Chokoladen-, Zucker-Mandel- und Bisquitkonfekt.

a) Chokoladenkonfekt. Dasselbe stellte kleine, etwa welschnußgroße Kugeln dar, welche aus einem Kern aus Zucker und einem dünnen Mantel aus Chokolade bestand. Die einzelnen Stücke, im Ganzen fünf, wurden behufs Impfung, in eine wäßrige Aufschwemmung einer 3 Tage alten Agarkultur von Cholera Massauah getaucht, darauf unter einer Glasglocke bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Nach einer Stunde erfolgte die erste Uebertragung von dem Konfekt in Bouillon. In allen Versuchen wurden noch lebensfähige Kommabazillen gefunden. Nach 24 Stunden die zweite Uebertragung. In keinem Falle konnten die Bazillen mehr nachgewiesen werden. Auch nach 48 Stunden fiel die Untersuchung negativ aus. Die Chokoladenhülle hatte sich nach 24 Stunden von dem Zucker losgelöst und bildete mit dem zum Theil zerflossenen Zucker einen dicken Brei.

b) Mandelkonfekt. Zum Versuch kamen die bekannten mit einer festen, durch Anilinfarben schwach roth gefärbten, Zuckerschicht umgebenen Mandeln. Im Ganzen wurden davon 8 Stück untersucht. Impfung und Aufbewahrung der Mandeln geschah wie bei a, ebenso der Nachweis der Kommabazillen In vier Versuchen, bei welchen die erste Abimpfung in Bouillon nach einer, die zweite nach 24 Stunden erfolgte, waren die Kommabazillen schon nach einer Stunde nicht mehr zu finden. Auch die nach 24 und 48 Stunden angestellten Untersuchungen ergaben kein positives Resultat. In vier weiteren Versuchen erfolgten die Uebertragungen in Bouillon nach drei, fünf u. s. w. Stunden. Auch bei diesen konnte drei Stunden nach der Impfung in drei Fällen keine lebende Cholera mehr nachgewiesen werden. Nur in einem Falle war dies noch nach 5 Stunden möglich. Aber auch in diesem blieb nach 24 Stunden jedes Cholerawachsthum aus.

c) Zuckerkonfekt. Die zum Versuch verwendeten Konfektstücke stellten kleine roth und blaugefärbte Trauben dar. Ueber die Färbung derselben konnte nichts Sicheres ermittelt werden. Wahrscheinlich aber handelte es sich um eine solche mit einem Anilinfarbstoff. Die Anordnung der Versuche geschah wie in den vorhergehenden Fällen. Anzahl der Versuche 12. In allen Versuchen waren die Kommabazillen 24 Stunden nach der Impfung zu Grunde gegangen. In drei Versuchen war der Nachweis derselben schon nach einer Stunde nicht mehr zu führen, in den übrigen jedoch gelang er noch nach 3 und 5 Stunden. Der Zucker hatte sich nach 24 Stunden zum Theil in der Impfflüssigkeit gelöst.

[1]) Haider: Bericht betreffend Versuche über das Verhalten der Cholera-Vibrionen (Kommabazillen) im Caviar. Das österreichische Sanitätswesen 1892 Nr. 46 und 47. S. 439 u. f. und S. 448 u. f.

d) Bisquitkonfekt. Untersucht wurden 8 Bisquitstücke verschiedener Form. In sechs Fällen geschah die Impfung der Stücke in der Weise, daß auf der Oberfläche derselben der Belag einer drei Tage alten Agarkultur (Massauah) verrieben wurden, in zwei Fällen wurde die Oberfläche der Stücke mit der wäßrigen Aufschwemmung einer Cholerakultur von gleichem Alter und gleicher Herkunft wie die vorhergehende begossen. Die geimpften Stücke wurden unter einer Glasglocke bei Zimmertemperatur aufbewahrt. 1½, 2, 3, 5, 24 u. s. w. Stunden nach der Infektion wurden von der Impfstelle mit einem Messer kleinere Stückchen entnommen und in Bouillon übertragen. Es ergab sich nun, daß fünf Stunden nach der Impfung die Cholerabakterien noch in allen Versuchen entwickelungsfähig waren. Innerhalb 24 Stunden waren sie in drei Versuchen abgestorben, innerhalb 48 Stunden in weiteren zwei (davon in einem, welcher mit der wäßrigen Aufschwemmung geimpft war). 72 Stunden nach der Impfung blieb das Cholerawachsthum in zwei weiteren Versuchen aus. Am 4. Tage endlich auch im letzten. Es war dies das zweite Stück, welches mit der wäßrigen Choleraaufschwemmung geimpft war.

4. Tabak.

In einer jüngst erschienenen Arbeit machte Wernicke[1]) auf das Verhalten der Cholerabakterien in Berührung mit Tabaksblättern und Cigarren aufmerksam. Wernicke untersuchte das Verhalten der Cholerabakterien im Innern der aus vier verschiedenen Tabakssorten (Havanna-, Sumatra-, Brasil- und Seedleef-Tabak) selbst verfertigten Cigarren, in deren Mitte er ein mit einer eintägigen Cholerabouillonkultur getränktes Leinwandstückchen verpackt hatte, an der Oberfläche von keimfrei gemachten, trockenen Tabaksblättern, ferner in sterilen Tabaksinfusen und auf feuchten, keimfreien und nicht keimfreien Tabaksblättern. Auch unterzog er die Angaben Tassinari's und Miller's über die desinfizirende Wirkung des Tabaksrauches einer Nachprüfung.

Wernicke fand nun, daß im Innern der noch feuchten Cigarren die Kommabazillen rasch zu Grunde gehen. Schon nach 24stündigem Aufenthalt der Cigarren bei 30° konnte er an den Blättern keine, an der Leinwand nur noch wenige Cholerakolonien nachweisen. Nach 4, 7 und 10tägigem Verweilen kamen keine Kolonien mehr zur Entwickelung. Auch auf keimfreien, trockenen Tabaksblättern gingen die Kommabazillen schnell (nach ½ bis 3 Stunden) zu Grunde. In keimfreien, fünfprozentigen Tabaksinfusen (10 g Blätter zu 200 g Wasser) dagegen waren sie erst nach 33 Tagen vernichtet. In stärkeren Tabaksinfusen und -extrakten (1 g Blätter zu 2 g Wasser) starben sie nach 24 Stunden ab. Auf feuchten, nicht sterilisirten Blättern obengenannter Tabakssorten wurden sie nach 24 Stunden bis 3 Tagen, auf feuchten, aber sterilisirten Blättern nach 2 bis 4 Tagen getödtet. Was nun den Rauch der Cigarren betrifft, so vernichtete derselbe die Cholerabakterien sowohl in Bouillonkulturen, als in sterilisirtem und nicht sterilisirtem Speichel schon nach 5 Minuten.

Nach diesen eingehenden Untersuchungen, welche mir der Verfasser noch vor der Veröffentlichung derselben mittheilte, beschränkte ich mich darauf zu prüfen, wie sich die

[1]) Wernicke: Bemerkungen über das Verhalten der Kommabazillen der Cholera asiatica in Berührung mit Tabaksblättern und Cigarren. Hygien. Rundschau 1892 Nr. 21 S. 917 u. folg.

Kommabazillen auf trockenen Tabaksblättern, ferner auf dem angefeuchteten Mundstück halbgerauchter Cigarren, auf Kau- und Schnupftabak verhielten.

Rauchtabak. Der Tabak war ein Rollentabak, sehr gut trocken. Die Blätter desselben wurden mit dem Belage einer drei Tage alten Agarkultur von Cholera Hamburg geimpft und in Petri'schen Doppelschalen bei Zimmertemperatur gehalten. Nach 1½, 2½, 3½ Stunden erfolgten Uebertragungen von kleinen Stückchen der geimpften Blätter in Bouillon. Jedoch konnten schon 1½ Stunden nach der Impfung Cholerabazillen nicht mehr gefunden werden (4 Versuche).

Cigarren. Zum Versuch kamen vier halbgerauchte Cigarren einer billigen Sorte. Dieselben wurden am feuchten Mundende mit dem Belage einer dreitägigen Agarkultur von Cholera Hamburg geimpft und in der feuchten Kammer bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Der Nachweis der Cholerabazillen gelang bei diesen Versuchen bis zu 4 Stunden nach der Impfung, jedoch nicht mehr nach 7 Stunden.

Tabelle I. [1])

a) Lebensdauer der Kommabazillen auf der Oberfläche frischer Früchte und Gemüse.

Fruchtsäfte	Lebensdauer der Kommabazillen auf der Oberfläche			
	in der feuchten Kammer	der Zimmerluft ausgesetzt	dem direkten Sonnenlicht (33° R. ausgesetzt)	im Fruchtkorbe
1. Kirschen	5 Tage	1 Tag	1½ Stunden	—
2. Stachelbeeren	2 „	1 „	—	—
3. Rothe Johannisbeeren	5 „	—	5 Stunden	—
4. Weiße Johannisbeeren	7 „	1 Tag	1½ „	—
5. Trauben	4 „	—	—	—
Trauben (mit Cholerastuhl geimpft)	4 „	—	—	—
6. Aprikosen	1 Tag	1 Tag	5 Stunden	—
7. Reineclauden	1 „	1 „	1½ „	—
8. Pflaumen	1 „	1 „	2 „	—
9. Zwetschen	5 Tage	1 „	—	4 Tage
10. Pfirsiche	3 „	2 Tage	1½ Stunden	—
11. Birnen	4 „	1 Tag	—	3 Tage
12. Aepfel	4 „	1 „	—	3 „
13. Gurken	6 „	2 Tage	—	—
14. Kürbisse	10 „	2 „	—	—
15. Mohrrüben	10 „	2 „	—	10 Tage
16. Kohlrabi	9 „	1 Tag	—	—
17. Blaukraut	20 „	1 „	—	—
18. Spinat	12 „	6 Tage	—	—
19. Blumenkohl	15 „	3—5 „	—	—
20. Zwiebeln	1 Tag	1 Tag	—	1—2 Tage
Perlzwiebeln	3 Tage	1 „	—	—
21. Citronen	10 „	1 „	—	1 Tag
22. Apfelsinen	3 „	6 Tage	—	—

[1]) Nachfolgende Tabellen wurden zum Theil schon in Nr. 42 der Veröffentlichungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes vom Jahre 1892 abgedruckt und gingen von da in verschiedene medicinische Zeitschriften über.

Schnupftabak. Derselbe war eine billige, von der Arbeiterbevölkerung Berlins viel gekaufte Sorte. Er wurde in kleinen, sterilen Doppelschalen mit einer wäßrigen Aufschwemmung von Cholera Massauah reichlich geimpft und bei Zimmertemperatur gehalten. 1, 3 und 4 Stunden nach der Impfung wurden mittelst des Schottelius'schen Verfahren die Kommabazillen gefunden. Nach 24 Stunden jedoch waren sie in keinem Versuche (4) mehr nachweisbar.

Kautabak. Zu den Untersuchungen wurden die gewöhnlichen, im Handel befindlichen, schwarzen Rollen verwendet. Ihre Impfung erfolgte wie beim Rauchtabak. Die Rollen wurden bei Zimmertemperatur unter einer Glasglocke aufbewahrt. Schon bei der ersten Uebertragung in Bouillon eine Stunde nach der Impfung waren die Cholerabakterien in 3 von 4 Versuchen abgestorben, bei den nächsten nach 3 bezw. 4 Stunden vorgenommenen Uebertragungen waren sie auch im letzteren Falle zu Grunde gegangen.

b) Lebensdauer der Kommabazillen auf der Schnittfläche von Früchten und Gemüsen.

Fruchtsorte	Säuregehalt in % Apfelsäure	Lebensdauer bei Zimmertemperatur (16—18° R.)	Lebensdauer bei Bruttemperatur (37° C.)
1. Herzkirschen	0,38 % — 0,45 %	2—6 Tage	6 Stunden
2. Saure Kirschen	0,67 %	3 Stunden	3 „
3. Erdbeeren	1,3 %	1 Tag	1 Tag
4. Stachelbeeren	1,89 %	2½—24 Stunden	1—24 Stunden
5. Rothe Johannisbeeren	2,65 %	1 Stunde	1 Stunde
6. Weiße Johannisbeeren	2,18 %	1 „	1 „
7. Himbeeren	1,38 %	1 „	1 „
8. Heidelbeeren	0,94 %	3 Stunden	3 Stunden
9. Preißelbeeren	2,33 %	2 „	2 „
10. Trauben	0,53 % — 1,10 % Weinsäure	1—2 „	—
11. Aprikosen	1,26 % — 1,4 % Apfelsäure	20—24 „	24 Stunden
12. Reineclauden	0,96 % — 1,07 %	24—48 „	20 „
13. Pflaumen	1,24 % — 1,30 %	6 Stunden bis 5 Tage	6 Stunden bis 2 Tage
14. Pflaumen (sehr große Sorte)	0,86 % — 0,87 %	6 Stunden	6 Stunden
15. Zwetschen	0,53 % — 0,67 %	2—7 Tage	5—48 „
16. Pfirsiche	0,89 % — 0,91 %	5 Stunden	5 „
17. Birnen	0,13 % — 0,40 %	1—4 Tage	4 Stunden bis 3 Tage
18. Aepfel	0,40 % — 1,20 %	6 Stunden bis 7 Tage	6 „ „ 3 „
19. Gurken	—	5—7 Tage	3—4 Tage
20. Kürbisse	—	12—14 „	4 „
21. Mohrrüben	—	3—9 „	2—3 „
22. Kohlrabi	—	3—8 „	6—8 „
23. Zwiebeln	—	2—4 „	2—3 „
24. Citronen	6,5 % Citronensäure	5 Stunden	5 Stunden
25. Apfelsinen	1,17 % Citronensäure	3—24 „	3—24 „

Tabelle II.

Lebensdauer der Cholerabakterien in Getränken.

Sorte des Getränkes	Die Cholerabakterien waren noch lebend nach wie viel Stunden, Tagen?	Die Cholerabakterien waren abgestorben nach wie viel Stunden, Tagen?
1. Milch, nicht sterilisirt (Voll-, Magermilch, Rahm)	1 Tage	1—2 Tagen
2. sterilisirte Milch, 1 Stunde gekocht	9 Tagen	10 „
3. Thee, chinesischer: als 1 % Aufguß, erkaltet	8 „	—
„ 2 % „ „	—	1—4 Tagen
„ 3 % „ „	—	1—24 Stunden
„ 4 % „ „	—	1 Stunde
4. Kakao, als 1 und 2 % Aufguß, erkaltet	7 Tagen	—
5. Kaffee, gekocht und erkaltet (6 % Aufguß)	1 Stunde	2 Stunden
6. desgl. mit Zusatz von Cichorie und Roggen	2 Stunden	5 „
7. derselbe wie in Nr. 6 aber mit Zusatz von etwas Milch	2 „	5 „
8. Münchener Bier	2 „	3 „
9. Pilsener „	1 Stunde	3 „
10. Patzenhofer „	1 „	3 „
11. Berliner Weißbier	1½ Stunden	3 „
12. Weißwein (Deidesheimer)	—	5 Minuten
13. Rothwein	10 Minuten	15 „
14. Apfelwein	15 „	20 „

Tabelle III.

Lebensdauer der Cholerabakterien auf verschiedenen anderen Nahrungs- und Genußmitteln.

Sorte	Die Cholerabakterien waren noch lebend nach wie viel Stunden, Tagen?	Die Cholerabakterien waren abgestorben nach wie viel Stunden, Tagen?
1. frischer Flunder, im Eisschrank und kühlen Raume	1 Tage	2 Tagen
2. frischer Schellfisch, im Eisschrank und kühlen Raume	1 „	2 „
3. frischer Karpfen, im Eisschrank und kühlen Raume	1 „	2 „
4. geräucherter Häring	—	1 Tage
5. Salzhäring	—	1 „
6. Elbcaviar, bei Zimmertemperatur	—	1 „
Elbcaviar im Eisschranke	—	4—6 Tagen
7. Russischer Caviar bei Zimmertemperatur	—	3—6 „
Russischer Caviar im Eisschranke	—	8 „
8. Chokoladenconfekt	1 Stunde	24 Stunden
9. Mandelconfekt	5 Stunden	1—24 „
10. Zuckerconfekt	5 „	1—24 „
11. Bisquitconfekt	5 „	1—4 Tagen
12. Rauchtabak	—	1½ Stunden
13. Cigarre, am angefeuchteten Mundende infizirt	4 Stunden	7 „
14. Schnupftabak	4 „	24 „
15. Kautabak	1 Stunde	1—3 „

Weitere Beiträge zur Schwefelwasserstoffbildung aërober Bakterien und kurze Angaben über Merkaptanbildung derselben.

Von

Dr. R. J. Petri und Dr. Albert Maaßen,

Regierungsrath. Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Hierzu Tafel XVII u. XVIII.

In einer ausführlichen Arbeit[1]), über welche die erste Mittheilung im Februar 1892[2]) erschien, haben wir, ausgehend vom Studium des Schweinerothlaufs, die Bildung von Schwefelwasserstoff durch pathogene Bakterien behandelt. Das damals gesammelte Material konnte im Rahmen der erwähnten Veröffentlichungen nicht vollständig ausgenutzt werden. Wir bringen daher an dieser Stelle zunächst einige Nachträge. Den äußeren Anlaß dazu bietet der Umstand, daß inzwischen auch von anderer Seite mehrere Mittheilungen über den gleichen Gegenstand erfolgt sind[3]), von denen unsere Erfahrungen in einigen Beziehungen abweichen.

Wir hatten gefunden[4]), daß die von uns untersuchten pathogenen Bakterienarten alle, mehr oder weniger stark, Schwefelwasserstoff erzeugten, sobald man sie

---

[1]) Petri und Maaßen, Beiträge zur Biologie der krankheitserregenden Bakterien insbesondere über die Bildung von Schwefelwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufs — diese Arbeiten Bd. VIII S. 318 u. f.

[2]) Vorl. Mittheilung in den Veröffentl. des Kaiserl. Gesundheitsamtes 1892 Nr. 7 vom 16. Februar, Deutsche medizin. Wochenschrift 1892 Nr. 7 und Centralblatt für Bakteriol. u. Parasitenkunde Bd. XI. S. 289.

[3]) Archiv für Hygiene 16. Bd. 1. Heft: Stagnitta-Balistreri, Die Verbreitung der Schwefelwasserstoffbildung unter den Bakterien, Seite 10. Rubner, Ueber den Modus der Schwefelwasserstoffbildung bei Bakterien, S. 53. Derselbe, Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bakterien, S. 78.

[4]) Die Dissertation von Fromme: Ueber die Beziehung des metallischen Eisens zu den Bakterien und über den Werth des Eisens zur Wasserreinigung, Marburg 1891, welche wir damals nicht kannten, berührt auch die Schwefelwasserstoffbildung der Bakterien. Fromme legte in Nährgelatine mit 3% Eisensaccharat oder Tartrat Stichkulturen an von: Cholera asiatica, Cholera nostras (?), Typhus, Oedema malignum, Soor, Rothlauf, Milzbrand, Tetragenus, Pneumonie, Staphylococcus aureus und Heubazillus und gab an, daß bei „manchen" dieser Kulturen durch Verfärbung der Gelatine Schwefelwasserstoff nachgewiesen wurde. Bei malignem Oedem und Typhus trat eine Schwarzfärbung auf und zwar bei Oedem in 4—6, beim Typhus nach 5—7 Tagen. In Agar-Eisengelatine mit Natronsulfat und Glycerinzusatz trat eine Reaktion schon nach 24 Stunden kräftig hervor. Fromme sagt: „Unter den untersuchten Keimen und namentlich solchen, welche bei Luftzutritt wachsen, hat also nur der Typhusbazillus eine intensive Schwefelwasserstoffentwickelung, welche durch Verfärben der Eisengelatine sichtbar war, gezeigt". Nach dieser Aeußerung scheint ihm bei den übrigen untersuchten Arten (also auch bei Rothlauf) eine Schwefelwasserstoffbildung nicht aufgefallen zu sein, was wenig für die Empfindlichkeit seines Verfahrens spricht. Nach F. ist die Eisengelatine für Platten deshalb nicht brauchbar, weil der Sauerstoffzutritt den Schwefelwasserstoff zerstört.

nur unter geeigneten Versuchsbedingungen züchtete. Hierbei mußte **zunächst die Art der Bindung** des Schwefels im Molekül der Schwefelverbindung und nicht die **Gesammtmenge** des Schwefels in den Kulturen in Betracht kommen. In dieser Beziehung hoben wir hervor, daß es nur nöthig sei, gut wachsende Kulturen auf solchen Nährböden zu erzielen, welche anorganische oder organische Schwefelverbindungen in hinreichender Menge enthalten, deren Schwefel für nascirenden Wasserstoff angreifbar ist oder angreifbar gemacht werden kann (Pepton, Eiweiß, unterschwefligsaures Natron, Schwefel u. a. m.). Da unser Interesse sich zunächst den pathogenen Bakterien zuwandte, wurden saprophytische Arten nur in geringerem Umfange in den Bereich unserer Studien gezogen. Jedoch schien auch unter diesen Arten die Fähigkeit der Schwefelwasserstoffbildung ausgedehnt verbreitet zu sein. Wir stellten daher ganz im Allgemeinen die Behauptung auf, daß hinsichtlich der Schwefelwasserstoffbildung unter den Bakterienarten vielleicht nur quantitative, aber keine prinzipiellen Unterschiede beständen, daß man also zwischen Schwefelwasserstoffbildnern und Nichtschwefelwasserstoffbildnern eine scharfe Trennung nicht würde aufrecht erhalten können, selbstverständlich unter Berücksichtigung der Möglichkeit, daß ein weiteres Studium von noch anderen Arten uns eines Besseren belehren würde. Es erregte daher unser besonderes Interesse, daß von anderer Seite die angedeutete Trennung als berechtigt hingestellt wurde und zwar umsomehr, als wir auf der Liste der Nichtschwefelwasserstoffbildner solche Arten fanden, die nach unseren Erfahrungen unter geeigneten Bedingungen **reichlich** Schwefelwasserstoff erzeugen. Wir prüften diese gegentheiligen Angaben näher durch neue umfassende Versuchsreihen, über deren Ausfall zum Theil hier berichtet werden soll.

Von den anderseits als Nichtschwefelwasserstoffbildner bezeichneten Arten haben wir die uns besonders interessirenden näher studirt. Es sind die pathogenen Bakterien: **Milzbrand**, **Tetragenus** und **Diphtherie** und die Saprophyten: **Heubazillus**, **Wurzelbazillus** und **Kartoffelbazillus**.

Alle diese Spaltpilze hatten schon bei unseren früheren Versuchen Schwefelwasserstoffbildung gezeigt, und die neuerdings vorgenommene Prüfung lieferte wieder dieselben positiven Befunde. Da die erwähnte gegentheilige Angabe jedoch mit großer Bestimmtheit aufgestellt wurde, mußte uns daran gelegen sein, den Grund für den negativen Ausfall jener Versuche klar zu legen.

Schwefelwasserstoffbildung in Bouillon mit und ohne Peptonzusatz.

Zunächst erscheint es am Platze, einige Beweisstücke für unsere positiven Befunde beizubringen. Dieselben sind in Tafel XVII und XVIII niedergelegt. Die Bilder wurden in folgender Weise gewonnen: Die Züchtung der Reinkulturen geschah wie üblich in 100 g Kölbchen und in Reagensgläschen. Auf den Wattepfropf der Gefäße kam ein in der Mitte zusammengefalteter, spiralig aufgerollter Bleipapierstreifen. Die Gläser wurden mit einer Gummikappe verschlossen und bei passender Temperatur aufbewahrt. (Vergl. darüber unsere erste Arbeit.) Am Ende des Versuchs wurden die Bleipapierstreifen ausgebreitet, aus den geschwärzten Theilen gleichmäßige Streifen herausgeschnitten, diese glatt aufgeklebt und die so entstandenen übersichtlichen Tafeln

durch Lichtdruck vervielfältigt. Die Versuche, denen die Streifen in Fig. 1—10 ihre Entstehung verdanken, erstreckten sich auf die Arten: Proteus, Rothlauf, Cholera asiatica, blaue Milch, und auf die vor Kurzem als Nichtschwefelwasserstoffbildner angesprochenen Arten: Heubazillus, Milzbrand, Tetragenus, Wurzelbazillus, Kartoffelbazillus und Diphtherie.

Wie die Streifen beweisen, haben alle diese Bakterien, zum Theil sogar recht reichlich, Schwefelwasserstoff gebildet.

Als Ausgangsnährlösung für die Versuche diente eine in normaler Weise bereitete, für blaues Lackmuspapier schwach alkalische Rindfleischbouillon. Von fünf gleichen Raumtheilen derselben wurden ein Theil ohne weiteren Zusatz, die anderen vier nach Zusatz von 1%, 2,5%, 5% und 10% Witteschem Pepton in 100 g Kölbchen abgefüllt, sterilisirt, mit vorbenannten zehn Bakterienarten besät und nach Anbringung des Bleipapiers und des Verschlusses bei 30° bebrütet. Schon am anderen Tage hatten sich, gleichen Schritt haltend mit der Entwicklung der Kulturen, mehrere Streifen geschwärzt. Im Allgemeinen trat die Reaktion zuerst und am stärksten auf in den Kulturen mit höherem Peptongehalt. Nach acht Tagen wurde der Versuch unterbrochen und die Kulturen auf Reinheit geprüft. Das Ergebniß des Versuches hinsichtlich der Schwefelwasserstoffbildung ist nun äußerst lehrreich. Zunächst betonen wir die Thatsache, daß in der peptonfreien Bouillon von den zehn Bakterienarten nur der Proteus eine geringe Schwefelwasserstoffreaktion in Form des zarten, schwärzlichen Streifens Fig. I a hervorbrachte, während die anderen neun Arten, darunter auch die jetzt allgemein als gute Schwefelwasserstoffbildner anerkannten Bakterien des Schweinerothlaufs und der Cholera ihre Streifen weiß ließen.

Wir haben wiederholt bemerkt, daß selbst starke Schwefelwasserstoffbildner in peptonfreier Bouillon gar keinen Schwefelwasserstoff oder nur ganz geringe Mengen davon erzeugten. Die Bouillonsorten verschiedener Kochung zeigten in dieser Beziehung ein verschiedenes Verhalten. Vergl. dazu die Bleipapierstreifen Fig. 13 a und b, welche beide von Proteuskulturen in peptonfreier Bouillon verschiedener Bereitung herrühren, und im Gegensatz zu Fig. I a stärkere Schwärzungen aufweisen.

Man würde daher ins Ungewisse gerathen, wenn man, behufs Eintheilung der Bakterien in Schwefelwasserstoffbildner und Nichtschwefelwasserstoffbildner ausschließlich Kulturen in peptonfreier Bouillon benutzen wollte. Der Gehalt des Fleischwassers an Körpern mit leicht reagirbarem Schwefel ist augenscheinlich ein wechselnder. Da jedoch die Größe der Schwefelwasserstoffbildung wesentlich von Art und Menge dieser Körper im Nährsubstrat abhängt, erscheint es durchaus zweckmäßig, der Nährbouillon für die Schwefelwasserstoffversuche einen Eiweißkörper in genügender Menge zuzusetzen, der leicht und glatt Schwefelwasserstoff liefern kann. Ein solcher Körper ist das Pepton. Uebrigens enthält eine jede Bouillon, besonders wenn das Fleisch kräftig ausgekocht wurde, an und für sich wechselnde Mengen peptonartiger Körper. Vielleicht hängt die größere oder geringere Fähigkeit der Bouillonsorten, als Schwefelwasserstoffquelle zu dienen, vom wechselnden Gehalt an diesen Substanzen ab, jedoch muß noch untersucht werden, ob nicht andere schwefelhaltige Körper bei dieser Erscheinung betheiligt sind. Jedenfalls beweisen unsere Erfahrungen, daß für die Schwefelwasserstoffentwicklung

durch Bakterien der Zusatz von Pepton zur Bouillon sehr wesentlich ist.[1]) Wir halten daher an der Auffassung fest, daß vergleichende Versuche über die Schwefelwasserstoffbildung durch Bakterien unter Anwendung eines Nährsubstrates angestellt werden müssen, welches dazu die günstigsten Aussichten bietet. Wie ein Blick auf die Abbildungen Fig. 1 — 10 lehrt, gehören dieser Auffassung zufolge, alle zehn vorbenannten Arten zu den Schwefelwasserstoffbildnern. Die Unterschiede zwischen ihnen sind nur graduelle. Schon in der einprozentigen Peptonbouillon lieferten schwarze Streifen: Proteus, Rothlauf, Tetragenus, Kartoffelbazillus und Diphtherie, während der Heubazillus, die Cholera und die blaue Milch nur eine geringe Braunfärbung hervorbrachten. Die Streifen von Wurzelbazillus und Milzbrand blieben weiß. Bei 2,5% Pepton lieferten auch Cholera und Wurzelbazillus Schwärzungen, blaue Milch eine starke Bräunung und Milzbrand eine geringe Schwärzung. In der Bouillon mit 5 und 10% Pepton endlich, haben alle zehn Arten kräftige Schwärzungen der Bleipapiere hervorgebracht.

Als das Ergebniß dieser Versuchsreihe hinsichtlich der Schwefelwasserstoffbildung der untersuchten zehn Arten ist demnach zu verzeichnen: Proteus, Rothlauf, Tetragenus, Kartoffelbazillus, Diphtherie, Heubazillus und Cholera sind gute Schwefelwasserstoffbildner, während Wurzelbazillus, Milzbrand und blaue Milch diese Fähigkeit weniger besitzen. Unseres Erachtens genügt dies nicht für die Aufstellung grundsätzlicher Trennungen zwischen diesen Arten, da dieses Verhältniß bei Anwendung anderer Nährböden, wie wir zeigen werden, sich umkehrt. Ueberhaupt glauben wir, daß eine solche Unterscheidung nur dann eine gewisse Berechtigung hat, wenn sie ausdrücklich für das Wachsthum auf einem bestimmten Nährboden aufgestellt wird. Vielleicht sollen die von anderer Seite gemachten Angaben zum Theil so verstanden werden. Es würde daher auch einseitig sein, sich ausschließlich der peptonhaltigen Bouillon für diese Studien zu bedienen. Manche Arten bilden darin nur geringfügige Mengen von Schwefelwasserstoff, entweder weil sie schlecht wachsen oder aus anderen Gründen.

Die Bildung beziehungsweise das Freiwerden von Schwefelwasserstoff in Kulturen ist nicht allein abhängig von den Bakterien und deren Wachsthum, sondern vor allem von der Natur der als Schwefelwasserstoffquelle dienenden schwefelhaltigen Körper sowie vom Nährmittel überhaupt. Die Zersetzungen dieser Körper können durch im Kultursubstrat vorhandene oder sich während des Bakterienlebens bildende Stoffe beeinflußt und abgeändert werden. Wir wollen hierauf später noch ausführlich zurückkommen.

Die Schwefelwasserstoffbildung kann zudem durch gleichzeitig sich abspielende andere Vorgänge verdeckt werden. Entsteht dabei in den Kulturen viel Ammoniak, so kann sich

[1]) Um die Abhängigkeit der Schwefelwasserstoffreaktion von der Menge des vorhandenen Peptons und von der Stärke der Wasserstoffbildung klarzulegen, haben wir einige Versuche angestellt. Es zeigte sich, daß in Lösungen mit geringem Peptongehalt (unter 1%) bei sehr schwacher Wasserstoffentwicklung der Schwefelwasserstoffnachweis nach einer bestimmten Zeit noch nicht zu erbringen war, während derselbe bei kräftigerer Wasserstoffentwicklung in derselben Zeit gelang. In stärkeren Peptonlösungen trat hingegen selbst bei ganz schwacher Wasserstoffbildung in der gleichen Zeit eine deutliche Reaktion ein.

Schwefelammonium bilden. Ein Beispiel hierzu liefern die Kulturen der blauen Milch, deren nur schwachgebräunte Streifen in Fig. 6 zusammengestellt sind. Durch Ansäuern kann man diesen, an Ammoniak gebundenen Schwefelwasserstoff austreiben. Es geschah dies mit der Kultur, welche den braunen Streifen e in Fig. 6 erzeugt hatte. Der nachträglich aufgesetzte zweite Streifen wurde in ziemlicher Ausdehnung geschwärzt, wie Fig. 6 f zeigt. Bei einer Wiederholung des Versuches mit einer anderen zehnprozentigen Peptonbouillon wurden die beiden Streifen Fig. 12 a und b erzielt.

Prüfung der Schwefelwasserstoffbildung durch die Eikultur.

Die bei der Kultur von Bakterien in Eiern zur Geltung kommenden Verhältnisse sind so wenig einfache, daß es nicht überrascht, wenn dieselbe Bakterienart in verschiedenen Eiern anscheinend verschiedene Umsetzungen des Inhaltes hervorruft, und wenn diese Umsetzungen Abweichungen von den Veränderungen der anderen eiweißhaltigen Nährböden darbieten. Zudem begegnet die Deutung dieser Vorgänge auch aus dem Grunde erheblichen Schwierigkeiten, weil sowohl Eier als Bakterien Organismen sind, und ihr Verhalten zueinander nicht nach dem Bilde chemischer Gleichungen verläuft. Der Eiinhalt hat chemisch eine komplizirte Zusammensetzung und die physikalischen Verhältnisse der Eikultur sind nichts weniger als einfach. Gewöhnlich hält man das Wachsthum der Bakterien im Ei für ein anaërobiontisches, aber in gewisser Beziehung vollkommen mit Unrecht. Zunächst enthält das Ei Luft (Bischoff, Dulk, Baumgärtner, Hüfner). Nach Hüfner[1]) hat diese Luft die Zusammensetzung:

$$O = 18{,}94 \text{ vol. } \%$$
$$N = 79{,}97 \text{ „ } \%$$
$$CO_2 = 1{,}09 \text{ „ } \%$$

Sodann ist die Eischale porös. Die Durchlässigkeit der Schalen des Hühnereis fand Hüfner kleiner als die des Gänseeis. In ersteres diffundirten durch die Schale in der Zeiteinheit (1 Sekunde) bei 11,9 Grad und einem Partiärdruck von 159 mm 2,115 ccm Sauerstoff (reduzirt auf 0 Grad und 760 mm Druck). Bei Bruttemperatur fallen die Zahlen noch bedeutender aus. Das Ei verhält sich demnach etwa wie eine schlecht verschlossene Flasche, aus welcher Gase entweichen, und in welche Gase eindringen. Bei kräftiger Gasentwicklung durch das Wachsthum eingeführter Bakterien wird eine vollkommene Anaërobiose entstehen können, für gewöhnlich findet dies jedoch nicht statt. Allmählich sich entbindende Gase werden fortwährend durch die Poren diffundiren. Es ist daher falsch auf ein solches Gas erst nach Ablauf der Kultur im Einhalte zu fahnden. Der Luftraum der einzelnen Eier, sowie ihre Porosität sind verschieden. Mithin kann schon aus diesem Grunde dieselbe Bakterienart in verschiedenen Eiern sich verschieden verhalten. Auffallende Beispiele für solche Vorkommnisse stehen uns zur Verfügung. Selbstverständlich müssen Täuschungen durch natürlich im Ei vorkommende Bakterien ausgeschlossen sein.

[1]) G. Hüfner, Beitrag zur Lehre von der Athmung der Eier. Arch. f. Physiol. von Dubois-Reymond 1892, 5/6 S. 467—479.

Aus frischem Eiweiß und Eigelb wird (Erhitzen für sich oder mit Alkalien) verhältnißmäßig leicht Schwefel als Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkali abgespalten, während dies, wie wir fanden, durch nascirenden Wasserstoff weniger leicht geschieht. Erst nachdem der Eiinhalt durch die Bakterien verändert z. B. peptonisirt ist, bildet sich auch auf diesem Wege leichter Schwefelwasserstoff.

Schon bei Gelegenheit unserer ersten Arbeit haben wir die Schwefelwasserstoffbildung durch Bakterien im Hühnerei studirt. Als abgeschlossen können die Versuche auch z. Z. noch nicht gelten. Wir wollen aber trotzdem einige Angaben hier anschließen, weil sie im Widerspruch stehen mit dem, was von anderer Seite über dieses Thema veröffentlicht wurde, und sie vielleicht eine Anregung zu weiterem Studium geben.

Wir können die Angabe, daß Proteus und Wurzelbazillus in der Eikultur keinen Schwefelwasserstoff bilden, nicht bestätigen; wir erhielten in zahlreichen Versuchen positive Ergebnisse. Der abweichende Befund kann unseres Erachtens in diesem Falle schon durch die Verschiedenheit des Schwefelwasserstoffnachweises erklärt werden. Das Gas entweicht, wie unsere durch die beigegebenen Abbildungen belegten Versuche beweisen, durch die Eiporen und entzieht sich der Wahrnehmung, wenn man es nicht rechtzeitig abfängt (vergl. Fig. 18). Nach Ablauf der Kultur sind daher meist kaum noch Spuren im Eiinhalte nachweisbar. Unser Verfahren ist folgendes: Die frischen, im Eiprüfer hell durchscheinenden Eier werden nach Reinigung bezw. Sterilisirung der Schale 2 bis 3 Tage bei der betreffenden Temperatur auf ihre Unveränderlichkeit und das Ausbleiben der Schwefelwasserstoffbildung geprüft. Hierbei sowie bei der Kultur selbst kommt jedes in Bleipapier eingehüllte Ei in die Mitte eines beiderseits offenen sterilen Lampencylinders und wird in dieser Lage durch zwei lockere Wattebäusche festgehalten. Zur Ausschließung des Irrthums, den etwa von außen eindringender Schwefelwasserstoff herbeiführen könnte, werden in die Wattebäusche Bleipapiere eingeschaltet. Es ist nicht zuläßig, mehrere Eier in ein Gefäß zusammenzuthun; auch darf man die Gefäße nicht luftdicht verschließen, weil die Eier unter Verschluß schwitzen und in der auf der Schale sich ansammelnden Feuchtigkeit nachträglich hineingefallene Luftkeime z. B. Pilzsporen auswachsen und durch die Poren hindurch eine Infektion bezw. Verschimmelung des Eiinhaltes herbeiführen können. Die im Vorversuch augenscheinlich unverändert gebliebenen Eier werden in üblicher Weise infizirt, auf ihrer Oberfläche mit Bleiessig gezeichnet, wieder in Bleipapier eingewickelt und in den Cylindern in den Brutapparat zurückgebracht. Nach Beendigung des Versuches erkennt man zumeist die Schwefelwasserstoffbildung an der charakteristischen Bräunung bezw. Schwärzung des Zeichens auf der Schale und der Bleipapierhülle. Wo letztere der Eischale angelegen hat, werden sich lauter braune oder schwarze, den Eiporen entsprechende Tüpfelchen gebildet haben. An anderen Stellen wird das Papier diffus gefärbt sein. Vergl. dazu die Bilder Fig. 18. In gleicher Weise werden auch die auf die Schale gepinselten Züge sichtbar. Beim Oeffnen des Eies muß auf entweichendes Gas und etwaigen Geruch besonders geachtet und über die Oeffnung sofort ein Bleipapier gelegt werden. In vielen Fällen tritt alsdann Schwärzung ein. Es kommt auch vor, daß der Schwefelwasserstoff im Ei zurückgehalten wird, und erst beim Oeffnen mit den augenscheinlich unter Druck stehenden Gasen entweicht, während das

umhüllende Bleipapier gar nicht oder nur sehr wenig gefärbt ist. Vielleicht sind die Poren des Eies in solchen Fällen verschlossen (Kalkeier). Schließlich werden dann die, zur Kontrole der Ernte erforderlichen Kulturen angelegt und zwar unter Berücksichtigung der Anaëroben.

Bei dieser Art der Versuchsanordnung zeigte es sich nun, daß der Wurzelbazillus und auch die Cholera reichlich Schwefelwasserstoff erzeugten, was die Belege Fig. 18 a, b und d beweisen, während der Proteus, der in der Peptonbouillon als hervorragendster Schwefelwasserstoffbildner wächst, im Ei weit weniger Schwefelwasserstoff bildet, siehe Fig. 18 c. Woher dies kommt, bleibt noch aufzuklären.

Eiweiß und Eigelb begünstigen die Schwefelwasserstoffbildung in verschiedener Weise. Beides wurde in sterilem Zustande in Reagensröhrchen schräg zum Erstarren gebracht. Proteus gab auf beiden Nährböden Schwefelwasserstoff, das Eiweiß wurde dabei halbflüssig und zeigte sich durchsetzt mit dicken weißen Flocken. Auf Eigelb war die Entwickelung von Schwefelwasserstoff stärker. Auch der Wurzelbazillus bildete auf Eigelb mehr, auf Eiweiß etwas weniger Schwefelwasserstoff, wie dies die Figuren 14 a und b, und 15 a und b beweisen. Auf direkt dem Ei steril entnommenen Eigelb erzeugten sowohl Wurzelbazillus wie auch Proteus Schwefelwasserstoff. Die Versuche wurden mit dem gleichen Ergebniß des Oefteren wiederholt. Dasselbe steht mit der anderweitigen Angabe, daß der Wurzelbazillus auf den letzten beiden Nährböden keinen Schwefelwasserstoff bilde, in direktem Widerspruch. Aber auch auf ungeronnenem Eiweiß, sowie in Bouillon, welche mit 10 % flüssigem Hühnereiweiß versetzt war, und die unbesät drei Tage im Brutschrank gestanden hatte, ohne Schwefelwasserstoff zu zeigen, lieferte der Proteus Schwefelwasserstoff, während der Wurzelbazillus dies nur nach längerer Zeit und in geringerem Maße that, und zwar augenscheinlich, weil er nicht kräftig gewachsen war.

In den Kulturen im ganzen Ei machte sich der Schwefelwasserstoff durch Schwärzung der Bleipapierhüllen bei Cholera schon nach Ablauf von zwei Tagen stark bemerkbar. Beim Wurzelbazillus trat diese Erscheinung oft erst nach Ablauf von acht bis zehn Tagen und zwar dann ganz plötzlich in die Erscheinung. Es scheint also, als ob im letzteren Falle der Einhalt einer gewissen Vorbereitung bedurft hätte. Selbstverständlich ergab die Prüfung in allen Fällen tadellose Reinkulturen.

Der Inhalt der Eier wurde nach Beendigung des Versuches durch Uebergießen mit verdünnter Schwefelsäure, Anbringen eines Bleipapieres in den Watteverschluß auf Schwefelwasserstoff geprüft. Die Reaktion trat schon nach wenigen Minuten zwar sehr schwach aber doch noch deutlich ein.

Schwefelwasserstoffbildung auf flüssigem und erstarrtem Blutserum.

Schon früher hatten wir gefunden, daß die Bakterien beim Wachsthum auf flüssigem und erstarrtem Blutserum große Unterschiede in der Fähigkeit, Schwefelwasserstoff zu bilden, erkennen ließen. Nachstehend sind einige der wichtigsten hierher gehörigen Versuche kurz angegeben. Es wurden dazu 16 Bakterienarten benutzt: Kartoffelbazillus, Heubazillus, Milzbrand, Wurzelbazillus, Cholera, Proteus, Pyocyaneus,

Taubendiphtherie, Diphtherie, Typhus, bacterium coli commune Escherich, blaue Milch, Fluorescens, Friedländer, Tetragenus, und atypischer, nicht verflüssigender Wurzelbazillus.

Der Befund war nach Ablauf von 12 Tagen folgender:

1. Kartoffelbazillus, auf flüssigem Serum bei 31° gezüchtet: schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, Hautbildung, ziemlich starke Verflüssigung des Serums, starke Schwefelwasserstoffreaktion.

2. Heubazillus, auf flüssigem Serum gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, starke Verflüssigung, ziemlich starke Schwefelwasserstoffreaktion.

3. Milzbrand, auf flüssigem Serum gutes Wachsthum, Hautbildung, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, starke Verflüssigung, ziemlich starke Schwefelwasserstoffreaktion.

4. Wurzelbazillus verschiedener Herkunft, auf flüssigem Serum gutes Wachsthum, starke Schwefelwasserstoffreaktion; auf festem Serum gutes Wachsthum, starke Verflüssigung, starke Schwefelwasserstoffreaktion.

5. Cholera, auf flüssigem Serum ziemliches Wachsthum, äußerst geringe, kaum sichtbare Spuren einer Schwefelwasserstoffreaktion; auf festem Serum gutes Wachsthum, sehr starke Verflüssigung, sehr starke Schwefelwasserstoffreaktion.

6. Proteus, nach einem Wachsthum von 5 Tagen auf flüssigem Blutserum ziemlich schwache Entwickelung, kein Schwefelwasserstoff; in derselben Zeit auf festem Serum ziemlich gutes Wachsthum, beginnende Verflüssigung des Serums, kein Schwefelwasserstoff.

7. Pyocyaneus, auf flüssigem Serum gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, nach 6 Tagen beginnende, nach 12 Tagen starke Verflüssigung, kein Schwefelwasserstoff; auf Zusatz von verdünnter Säure ziemlich starke Schwefelwasserstoffreaktion.

8. Taubendiphtherie, auf flüssigem Serum ziemlich schwaches Wachsthum, ziemlich starke Schwefelwasserstoffreaktion; auf festem Serum ziemliches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

9. Diphtherie, auf flüssigem Serum ziemlich gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

10. Typhus, auf flüssigem Serum ziemlich schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum ziemliches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

11. Bacterium coli commune Escherich, auf flüssigem Serum schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum ziemlich schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

12. Blaue Milch, auf flüssigem Serum schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum ziemliches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

13. Fluorescens, auf flüssigem Serum ziemliches Wachsthum, Hautbildung, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum ziemliches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

14. Friedländer, auf flüssigem Serum nur ganz schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum ziemliches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

15. Tetragenus, auf flüssigem Serum gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum gutes Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

16. Atypischer, nicht verflüssigender Wurzelbazillus, auf flüssigem Serum sehr schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff; auf festem Serum schwaches Wachsthum, kein Schwefelwasserstoff.

Die Versuche ergaben demnach, daß nur der Wurzelbazillus und die Taubendiphtherie[1]) in der angegebenen Zeit auf flüssigem Blutserum Schwefelwasserstoff bildeten. Auf festem Serum trat in allen Fällen nur dann eine Reaktion ein, wenn eine starke Verflüssigung des Nährbodens stattfand. Eine Ausnahme machte hierin nur der Pyocyaneus, in dessen Kulturen erst nach Zusatz von verdünnter Säure die Reaktion eintrat. Allem Anscheine nach bildet sich der Schwefelwasserstoff nur aus den verflüssigten, peptonisirten Theilen des Serums, gerade das Verhalten des gewöhnlichen und des atypisch wachsenden Wurzelbazillus berechtigt zu dieser Annahme.

[1]) Das gleiche Verhalten auf flüssigem Blutserum hatte schon früher der Rothlauf gezeigt.

Bei dem Wachsthum der Bakterien: Proteus, Cholera-, Kartoffelbazillus, Tetragenus, Wurzelbazillus, Rothlauf und Heubazillus auf Bouillon mit 10 % Hammelserum trat ebenfalls Schwefelwasserstoffbildung ein. Fig. 16 b bis h. Keine Schwärzung des Bleipapiers gaben bei schwachem Wachsthum Milzbrand, bei ziemlich gutem Diphtherie und bei kräftigem Wachsthum blaue Milch, Arten, welche in der Peptonbouillon, wie erwähnt, Schwefelwasserstoff bildeten.

Merkaptanbildung durch Bakterien.

Schon bei unsern ersten Versuchen über die Schwefelwasserstoffbildung der aëroben Bakterien auf verschiedenen Nährböden, war es uns aufgefallen, daß viele Kulturen zum Theil sehr kräftig (Proteus, Wurzelbazillus) nach Merkaptan rochen, ganz besonders auffällig war dieser Befund in den Lösungen mit 10 % Pepton, in den Eikulturen und in den Kulturen auf Serum. Die Menge des gebildeten Merkaptans war bei vielen Bakterien eine so geringe, daß eine quantitative Bestimmung nach der von Nencki angegebenen Methode sich meist nicht vornehmen ließ; wir mußten uns daher in der Mehrzahl der Fälle mit dem qualitativen Nachweis begnügen. Wir möchten für diesen Zweck die von G. Denigès, Compt. rend. 1889, Bd. 108, S. 350 angegebene Reaktion empfehlen, die zweckmäßig in folgender Weise angestellt wird. Auf den Verschluß des Kulturgefäßes wird oberhalb des Wattepfropfens ein Röhrchen mit kugelförmigen Erweiterungen, welche eine nicht zu stark gefärbte (etwa einhalbprocentige) Lösung von Isatin in concentrirter Schwefelsäure enthalten, gesetzt. Das Röhrchen muß derartig angebracht werden, daß die austretenden Gase über die in den Kugeln befindliche Isatinschwefelsäure streichen. An Stelle dieses Kugelröhrchens kann man auch ein Röhrchen mit Glasperlen, die mit dem Reagens getränkt sind, benutzen. Bei Anwesenheit von Merkaptan wandelt sich die röthlichgelbe Farbe der Isatinschwefelsäure in eine stark grüne um. Durch diese Reaktion gelingt es, den Nachweis zu liefern, daß bei der Einwirkung von nascirendem Wasserstoff aus saurer Quelle aus dem Witteschem Pepton sich Merkaptan bildet. Die Fähigkeit der Bakterien, neben dem Schwefelwasserstoff aus geeigneten, schwefelhaltigen Körpern auch Merkaptan zu bilden, scheint eine weitverbreitete zu sein.[1]) Da das Merkaptan gleichfalls giftige Eigenschaften besitzt, mußte die Merkaptanbildung unser besonderes Interesse erregen. Wir stellten daher schon im Juni vorigen Jahres Versuche über die Wirkung von Merkaptan auf Thiere an. Wir benutzten dazu Aethylmerkaptan. Zum Vergleich wurde auch Aethylsulfid, sowie Trimethylsulfinchlorid herangezogen. Letzteres stellten wir uns nach der von Klinger und Maaßen[2]) angegebenen Methode dar. Wir zogen diese Verbindung

---

[1]) Nach Abschluß unserer Arbeit erschien die Mittheilung von Karplus, Ueber die Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Methylmerkaptan durch ein Harnbakterium, Archiv für pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medizin von Virchow. 1893. Bd. 131. H. 2. S. 210. Karplus isolirte aus einem Harn ein Kurzstäbchen, welches ihm in Harn und nicht oder doch nur spärlich in eiweißhaltigen Nährlösungen Schwefelwasserstoff lieferte. Er stellte fest, daß zu dieser Bildung der sogenannte neutrale Schwefel des Harns verbraucht wurde. Neben dem Schwefelwasserstoff fand er auch Merkaptan, welches er nach Nenckis Methode nachwies. Auch aus unterschwefligsaurem Natron erzeugte der Harnbazillus Schwefelwasserstoff.

[2]) Heinrich Klinger und Albert Maaßen, Ueber einige Sulfinverbindungen und die Valenzen des Schwefels. 2. Abhandl. Liebigs Annalen der Chemie 1889, Bd. 252. S. 257.

vorwiegend deshalb zu unseren Versuchen heran, weil in ihr ein Körper vorliegt, der mit großer Leichtigkeit Methylsulfid abspaltet. Als Versuchsthiere dienten ausschließlich Kaninchen. Diese Thiere vertrugen von einer 1,5 prozentigen, wässerigen Lösung des Merkaptans ziemlich große Dosen. Bis 6 ccm wurden in die Ohrvene eingespritzt. Die Thiere waren zwar einige Zeit sehr krank, erholten sich aber bald vollständig. Ganz anders war jedoch die Wirkung des unverdünnten Merkaptans. Wurden geringe Mengen davon (bis zu 0,3 ccm) in die Ohrvene eingespritzt, so erfolgte der Tod fast augenblicklich. Vor die Nasenlöcher gehaltenes Bleipapier wurde in großer Ausdehnung **kanariengelb** gefärbt und bei der Obduktion rochen alle Organe stark nach Merkaptan. Im Blut waren spektroskopisch keinerlei auffällige Befunde wahrzunehmen.

Ebenso stark wirkte das in gleicher Menge und in gleicher Weise eingeführte Aethylsulfid.

Eine wässerige Lösung von Trimethylsulfinchlorid in der Stärke von 0,1—0,25 % erwies sich für Kaninchen als heftiges Gift. Die Thiere starben zum Theil fast augenblicklich. Sie schrieen, waren äußerst ängstlich, bekamen starken Speichelfluß und Lähmungen der Hinterhand.

Da die verdünnten wässerigen Lösungen des Merkaptans eine verhältnißmäßig geringe Giftigkeit zeigten, wurden die Versuche nicht weiter fortgesetzt. Neuerdings hat William J. **Smith**[1]) versprochen, Untersuchungen über die physiologische Wirkung einiger Merkaptane zu veröffentlichen.

Von besonderem Interesse war die Merkaptanbildung bei einer von **Maaßen** gefundenen und näher studirten Bakterienart, welche von ihm mit dem Namen bacillus esterificans bezeichnet worden ist. Diese Bakterienart, über welche **Maaßen** an anderer Stelle ausführlicher berichten wird, erzeugt in 10prozentiger Peptonbouillon in den ersten Tagen des Wachsthums einen penetranten Merkaptangeruch. Dann verschwindet dieser, um einem starken Geruch nach Ananasäther Platz zu machen. Für die Theorie der Schwefelwasserstoff- bezw. Merkaptanbildung durch Bakterien dürfte gerade diese Erscheinung von großem Interesse sein. Wie der Schwefelwasserstoff nach unserer Auffassung durch die Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs auf gewisse schwefelhaltige Körper des Nährsubstrats entsteht, so kann sich beim gleichzeitigen Entstehen von Alkohol und Schwefelwasserstoff Merkaptan bilden.

Zur Theorie der Schwefelwasserstoffbildung durch Bakterien.

In unserer ersten Arbeit über das vorliegende Thema haben wir versucht, die Schwefelwasserstoffbildung in Bakterienkulturen der Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs auf gewisse schwefelhaltige Körper im Nährsubstrat zuzuschreiben. Wir halten auch jetzt noch an dieser Auffassung fest, und werden weitere Versuche zur Stütze derselben beibringen. Dies hindert uns jedoch nicht immerhin die Möglichkeit zuzugeben, daß die Bakterien einen Theil des Schwefels direkt als Schwefelwasserstoff abspalten.

[1]) Dr. **William J. Smith**, Ueber das Verhalten von Carbaminthiosäureäthylester und Thiokarbaminsäureäthylester. Archiv f. d. gesammte Physiol. v. E. F. W. Pflüger. 1893. Bd. 23. Heft 9/10 S. 490.

Nur dürfte es sehr schwer fallen, vollgiltige Beweise dafür zu erbringen. Mit dem gleichen Rechte könnte behauptet werden, daß der Schwefelwasserstoff überhaupt nicht ein unmittelbares Produkt des Bakterienlebens wäre, sondern seine Entstehung erst der Zersetzung eines vorher entstandenen Körpers verdankte. So zerfällt z. B. das Kohlenoxysulfid mit Wasser binnen kurzer Zeit in Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, zwei Körper, welche in den Bakterienkulturen reichlich vorkommen.

Wir können unsere Ansicht von der Bildung des Schwefelwasserstoffs durch Bakterien in folgender Darstellung zusammenfassen:

Es ist Thatsache, daß sehr viele Bakterien aus gewissen schwefelhaltigen Verbindungen den Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff loslösen. Wenn wir davon absehen, daß der Schwefelwasserstoff als solcher etwa nach Art von Krystallwasser in diesen Verbindungen präformirt war, so müssen wir annehmen, daß der zu diesem Vorgange nothwendige Wasserstoff entweder der schwefelhaltigen Verbindung selbst entstamme, oder einem anderen Körper entnommen werde.

In dem einen Falle müßte eine Wanderung des Wasserstoffs zum Schwefel stattfinden, eine Art innere Reduktion, bei der die schwefelhaltige Verbindung eine Zersetzung bezw. Spaltung erlitte, so daß mit anderen Worten der Schwefelwasserstoff eines der Spaltungsprodukte der Verbindung darstellte

Im anderen Falle würde der Schwefel durch den von außen herantretenden Wasserstoff in Form von Schwefelwasserstoff herausgenommen, ohne daß dabei eine weitgehende Spaltung der Schwefelverbindung einzutreten brauchte.

Schließlich läge noch die Möglichkeit vor, daß beide Prozesse nebeneinander herlaufen, wobei der Wasserstoff dann auch ganz allein dem der Spaltung schon anheimgefallenen Theil der Schwefelverbindung entstammen könnte. Es würde also ein Theil Schwefelwasserstoff ein Spaltungsprodukt, ein anderer Theil ein direktes Reduktionsprodukt sein.

Der Wasserstoff könnte jedoch außer durch Spaltung noch durch Oxydation entstehen, und zwar sowohl aus Körpern, welche durch Sauerstoffübertragung Wasserstoff geben, als auch unter Mitwirkung des Wassers durch Hydration, wobei neben einem Oxydations- ein Reduktionsprodukt entstehen müßte.

Das Auftreten von freiem Wasserstoff wurde bisher nur bei der Anaërobiose beobachtet, während man bei der Aërobiose nur die Wirkungen des sogenannten nascirenden Wasserstoffs — seine Reaktionen — wahrnahm. Man muß die Möglichkeit zugeben, daß gelegentlich auch einmal bei den Aëroben freier Wasserstoff gefunden werden könnte, ebenso wie auch andere Körper z. B. Merkaptan in Aërobenkulturen beobachtet wurden, die man früher nur bei den Anaëroben nachgewiesen hatte.

Die verhältnißmäßig große Menge des bei den Anaëroben auftretenden freien Wasserstoffs, läßt die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß derselbe wohl vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich Spaltungen seine Entstehung verdanke. Ein Theil könnte dabei auch durch Hydration entstanden sein. Auf letztere Weise würden wohl große Mengen freien Wasserstoffs nicht entstehen, da erfahrungsmäßig solche Oxydationen nur dann leicht verlaufen, wenn der dabei freiwerdende Wasserstoff sofort von einem anderen Körper mit Beschlag belegt wird. Ebenso wie anderwärts, läßt sich dieser

Vorgang auch im Bakterienleben vielleicht dadurch unterstützen, daß man dem Wasserstoff Gelegenheit dazu bietet z. B. durch Zusatz von Schwefelpulver zu den Nährmedien. Die alsdann sich bemerkbar machende reichlichere Schwefelwasserstoffbildung kann demnach ihren Grund sowohl darin haben, daß der Schwefel den Wasserstoff energischer an sich reißt, als dies die anderen noch in der Kultur vorhandenen und dazu befähigten Verbindungen bewirken, wie auch darin, daß in solchen Kulturen überhaupt mehr nascirender Wasserstoff auftritt.

Die Thatsache, daß in den aus Aërobenkulturen aufgefangenen Gasen (unseres Wissens wenigstens), freier Wasserstoff noch nicht nachgewiesen wurde, steht nicht im Widerspruch mit unseren Behauptungen. Es ist uns nicht in den Sinn gekommen, die Schwefelwasserstoffproduktion als einen lediglich bei Sauerstoffabschluß eintretenden Reduktionsvorgang hinzustellen. Wir haben im Gegentheil ausdrücklich betont, daß Oxydationen die Wasserstoffbildung, also auch die Schwefelwasserstoffbildung begünstigen können. Wenn in Anaërobenkulturen der Sauerstoffzutritt beides hemmt, so hat dies in den noch keineswegs klargelegten Lebensbedürfnissen der Anaëroben seinen Grund. Es ist aber nicht gerathen, die beim Studium der Anaëroben aufgestellten Theorien auch auf die Aëroben zu übertragen.

Die Reaktionen des nascirenden Wasserstoffs treten nicht nur bei chemischen Prozessen ohne Bethätigung von Organismen deutlich in die Erscheinung, trotz der Gegenwart von Luftsauerstoff, sobald das entstehende Reduktionsprodukt dem Sauerstoff gegenüber verhältnißmäßig beständig ist, sondern sie machen sich auch in durchlüfteten Bakterienkulturen geltend. Wir haben zum Beweis für diese Auffassung einige — wie wir glauben — schlagende Versuche angestellt.

Fein zertheiltes Schwefelpulver kann, wie auch von anderer Seite zugegeben worden ist, nur durch nascirenden Wasserstoff in Schwefelwasserstoff übergeführt werden. Wenn daher in einer kräftig durchlüfteten Kultur, die Schwefel suspendirt enthält und die ohne diesen Zusatz keine nachweisbaren Mengen Schwefelwasserstoff bildet, dennoch Schwefelwasserstoff auftritt, so ist dies ein Beweis dafür, daß trotz der reichlichen Sauerstoffzufuhr, die unter solchen Umständen beobachtete Reduktion auf nascirenden Wasserstoff zu beziehen ist.[1])

[1]) In der Dissertation von Rösing: Untersuchungen über die Oxydation von Eiweiß in Gegenwart von Schwefel, Rostock 1891, welche uns beim Abfassen unserer ersten Arbeit noch unbekannt war, wird die Entwicklung von Schwefelwasserstoff aus mit Schwefel versetzten eiweißhaltigen Flüssigkeiten eingehend behandelt. Der Verfasser versucht den Nachweis zu erbringen, daß unverändertes Eiweiß bei Gegenwart von Schwefel und Wasser aus letzterem Hydroxyl aufnehme, wobei der Schwefel mit dem freiwerdenden Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff zusammentrete. Dieser Prozeß spielt sich nach Rösing jedoch ohne Mitwirkung der Bakterien ab. Der Bakterien gedenkt Rösing nur gelegentlich (S. 30 bei Erwähnung der sogenannten Schwefelbakterien von Ollivier und der Arbeit über das Schwefeln der Weinstöcke von Polacci. Am Schlusse seiner Arbeit findet sich dann noch die Angabe, daß per os eingeführter Schwefel im Darm auch durch den bei den Fäulnißprozessen auftretenden Wasserstoff in Schwefelwasserstoff übergeführt werde. Von der Schwefelwasserstoffbildung in Bakterienkulturen ist bei Rösing nicht die Rede geschweige von einer Erklärung dieser Erscheinung, wie wir sie in unserer ersten Arbeit versucht haben. Uebrigens schließen die Angaben von Rösing über manche seiner Versuche den Verdacht nicht aus, daß auch bei seinen Schwefelwasserstoffentwicklungen Bakterien betheiligt waren.

In drei genügend große Flaschen mit flachem Boden und seitlich eingeschmolzenem Zuleitungsrohr, an deren Hals eine Erweiterung zur Aufnahme von Wattepfropfen und Bleipapier angebracht war, wurden je 100 ccm peptonfreie Nährbouillon mit Schwefelpulver in flacher Schicht eingefüllt. Nach dem Sterilisiren wurden die Flüssigkeiten mit Wurzelbazillus, dem von anderer Seite das Vermögen der Schwefelwasserstoffbildung abgesprochen wird, geimpft. Die Kolben trugen in den einfach durchbohrten Kautschukverschlüssen Verbindungsröhren, in welche Bleipapierröllchen eingeschoben waren. Der Eintritt fremder Keime war durch Watteverschlüsse ausgeschlossen. Durch die drei Flaschen wurde ein kräftiger Luftstrom gesogen, der vor seinem Eintritt in die erste Flasche ein langes Rohr mit Bleipapierrolle passiren mußte. In der Minute gingen über 100 Luftblasen durch jede Flasche. Der Versuch wurde bei Zimmertemperatur angestellt. Dieselbe schwankte zwischen + 10 und + 18° Celsius. Am dritten Tag fingen die Papiere in und zwischen den Flaschen, sowie das nach der letzten Flasche eingeschaltete Papier an schwarz zu werden und zeigten am vierten Tage kräftige Schwärzung. Das Kontrolpapier war weiß geblieben. Die Plattenkultur gab aus allen Flaschen eine Ernte von zahllosen typischen Kolonien des Wurzelbazillus in tadelloser Reinkultur. Gegen diesen Versuch wäre der Einwand möglich, daß unsere Bouillon bei längerer Einwirkung von Schwefel und Luft schon an und für sich Schwefelwasserstoff bilde. Der Versuch wurde daher wiederholt, aber mit der Abänderung, daß nur die mittelste Flasche mit Wurzelbazillus besät war. Jetzt wurde nur das Papier im Verschluß der mittleren Flasche, sowie das in der Verbindung zur dritten Flasche geschwärzt. Die andern Papiere blieben weiß. Einen ähnlichen Versuch mit Lüftung stellten wir unter der früher angegebenen Versuchsanordnung mit einem mit Wurzelbazillus geimpften Ei an. Die Luft wurde, nachdem sie durch eine Bleiacetatlösung geschickt worden war, in schnellem Strome durch den Glascylinder geführt, in welchem zwischen Wattebäuschen das in Bleipapier eingewickelte Ei lag. Die Bleilösung blieb farblos bis zum Ende des Versuchs, während die Bleizeichen auf der Schale (nach zehn Tagen), und die Bleipapierhülle eine sehr starke Schwärzung aufwiesen. Auch in den letzten beiden Versuchen wurden in den Nährmedien Reinkulturen von Wurzelbazillus nachgewiesen.

Die Versuche mit Schwefelbouillon und Durchlüftung beweisen unseres Erachtens, daß die aëroben Bakterien auch bei reichlichem Sauerstoffzutritt nascirenden Wasserstoff bilden. Es müßte noch des Näheren festgestellt werden, ob durch die Sauerstoffzufuhr eine Aenderung in der Schwefelwasserstofferzeugung einträte, d. h. ob eine Ab- oder Zunahme zu verzeichnen wäre. Die Schwefelwasserstoffausbeute wird aus leicht erklärlichen Gründen bei solchen Versuchen immer eine geringere wie sonst sein. Aus den Versuchen mit Schwefelbouillon überhaupt Schlüsse auf die Größe der Schwefelwasserstoffbildung in anderen Nährmedien zu ziehen, scheint uns ohne Weiteres einstweilen nicht rathsam. Vielleicht kann man die Veränderung des Schwefels in diesen Versuchen auch quantitativ verfolgen. Wir haben bei Anwendung der gebräuchlichen Kulturflüssigkeiten ein befriedigendes Ergebniß hierbei nicht gehabt, überzeugten uns vielmehr bald, daß dies nur unter ganz besonderen Verhältnissen einwandsfrei möglich sein kann. In der Regel geht solchen quantitativen Arbeiten jeder Werth um deswillen ab, weil die Menge des in Frage kommenden Schwefels so gering ist, daß die Diffe-

renzen in den einzelnen Bestimmungen vor und nach Ablauf des Wachsthums in die Versuchsfehler fallen. Schlüsse aus solchen Bestimmungen zu ziehen, erschien uns daher als zu gewagt. Mit Sicherheit wird man in manchen Fällen nur eine Zunahme der Sulfate und eine Abnahme der organischen Schwefelverbindungen feststellen können.

Den Versuch mit der peptonfreien Schwefelbouillon sowie mit der Natriumhyposulfitbouillon hatten wir seiner Zeit mit allen uns zur Verfügung stehenden Bakterienkulturen angestellt und dabei, wenn die betreffenden Arten überhaupt ein Wachsthum erkennen ließen, stets Schwefelwasserstoff gefunden. Mithin waren alle diese Bakterien im Stande, nascirenden Wasserstoff zu erzeugen. Nun geben aber die schwefelhaltigen Verbindungen, aus denen die Bakterien Schwefelwasserstoff machen (Sulfate rechnen wir zunächst — wenigstens für die Aëroben — nicht dazu), wie wir früher gezeigt haben, mit nascirendem Wasserstoff aus neutraler, saurer oder alkalischer Quelle ihren Schwefel bezw. einen Theil desselben mehr oder weniger leicht ab. Folglich ist es unseres Erachtens ganz unzweifelhaft, daß mindestens ein Theil des Bakterienschwefelwasserstoffs, wenn nicht unter Umständen der ganze, dieser Reduktion seinen Ursprung verdankt. Wir haben eine große Anzahl Schwefelverbindungen auf ihre Spaltbarkeit und Reduktionsfähigkeit durch Bakterien geprüft, und stets gefunden, daß nur solche Schwefelverbindungen, die ihren Schwefel ganz oder zum Theil an nascirenden Wasserstoff abgeben, auch mit den Bakterien Schwefelwasserstoff lieferten, während diejenigen Verbindungen, welche den Schwefel durch Spaltung nicht aber durch Reduktion verlieren, abgaben, auch in den Bakterienkulturen keinen Schwefelwasserstoff gaben.

Gegen unsere Erklärung könnten immerhin gewisse Einwände erhoben werden. Auf zwei verschiedenen Nährsubstraten machen z. B., wie wir beobachtet haben, zwei verschiedene Bakterienarten reichlich Schwefelwasserstoff. Werden jetzt Nährböden und Bakterien vertauscht, so bleibt trotz kräftigen Wachsthums in beiden Kulturen die Schwefelwasserstoffbildung ganz oder fast ganz aus. Wie läßt sich dies mit unseren Anschauungen in Einklang bringen? Zunächst fanden wir, daß keine der untersuchten Bakterienarten auf allen Nährböden hinsichtlich des Schwefelwasserstoffbefundes sich negativ verhielt. Ferner lieferten alle Nährböden mit Pepton oder Eiweiß bei vielen Bakterien ziemlich gleichmäßig Schwefelwasserstoff. Schließlich stellten wir fest, daß wenigstens auf einem Nährböden alle Bakterien Schwefelwasserstoff erzeugten. Dieser Nährboden ist die mit 5 bis 10% Pepton versetzte Bouillon. Wir haben daher schon früher gerade diesen Nährboden als kräftigste Schwefelwasserstoffquelle für diesbezügliche Studien empfohlen.

Zur Erklärung der angeführten Erscheinungen muß man in Betracht ziehen, daß verschiedene Bakterien auf demselben Nährboden, sowohl qualitativ, wie quantitativ verschiedene Produkte erzeugen. Aus unsern Versuchen geht hervor, daß in den Bakterienkulturen gewisse Reaktionen, welche man als Wirkungen des nascirenden Wasserstoffs kennt, allgemein verbreitet sind. Die Wirkung des Wasserstoffs wird sich bei Anwesenheit geeigneter schwefelhaltiger Körper immer dann durch das Auftreten von Schwefelwasserstoff kennzeichnen, wenn während des Bakterienlebens keine anderen Körper gebildet werden, die mit dem Wasserstoff energischer und leichter reagiren, als dies die betreffende Schwefelverbindung thut. Sonst wird der Wasserstoff von diesen

in Beschlag genommen. Außerdem können auch Körper entstehen, die mit dem Schwefelwasserstoff in Reaktion treten und ihn nicht sinnfällig werden lassen. Beide Arten von Körpern können in den Nährsubstraten entweder schon vorhanden sein oder im Verlaufe des Bakterienlebens entstehen, oder absichtlich zugesetzt werden. Hierher gehören Substanzen wie Zucker, Salpeter und indigblauschwefelsaures Natron. Daß der Zucker die Schwefelwasserstoffbildung hemmt, ist seit lange bekannt. Vgl. hierüber die Angaben von Hirschler und unsere frühere Arbeit, S. 346 und 347. Der Invertzucker wird z. B. von manchen Bakterien in Mannit übergeführt. Der dabei verbrauchte Wasserstoff geht für die Schwefelwasserstoffbildung verloren.

Eine energische Beeinflussung erleiden alle Prozesse, bei denen nascirender Wasserstoff auftritt, durch die Anwesenheit von Salpeter. Wir haben daher größere Versuchsreihen über den Einfluß dieses Zusatzes auf die Schwefelwasserstoffbildung angestellt, über die wir an dieser Stelle kurz berichten wollen. Mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgten wir die Versuche, in denen den Bakterien bei ihrem Wachsthum neben dem Salpeter noch Schwefel oder größere Mengen von Pepton geboten wurden. Der Wasserstoff mußte sich voraussichtlich zwischen diesen Körpern vertheilen, jedoch war der Verlauf der Versuche theoretisch im Voraus nicht zu bestimmen.

Versuche über den Einfluß des Salpeters auf die Schwefelwasserstoffbildung.

Zu diesen Versuchen wurden folgende neun Bakterienarten benutzt: Typhus, Tetragenus, Friedländer, Cholera, Pyocyaneus, bacterium coli com. Escherich, blaue Milch, Heubazillus und Fluorescens.

Als Nährmedien wurden dabei in Anwendung gebracht:

1. Bouillon ohne Pepton, mit Schwefelzusatz und 0,5 % Kalisalpeter,
2. Bouillon mit 0,5 % Kalisalpeter und 2,5 % Pepton,
3. Bouillon mit 0,5 % Salpeter und 5 % Pepton.

In der Salpeter-Schwefelbouillon zeigten nach eintägiger Bebrütung bei 31° eine Schwefelwasserstoffbildung nur Cholera, Typhus und bacterium coli com. Escherich; jedoch war die Reaktion geringer wie ohne Salpeterzusatz. In der Lösung Nr. 3 mit 5 % Pepton hatte sich bei Cholera auch etwas Schwefelwasserstoff bemerkbar gemacht.

Nach drei Tagen wurde bei der Cholera in allen drei Lösungen Schwefelwasserstoff nachgewiesen. Erst nach vier Tagen zeigte Tetragenus in der Salpeter-Schwefelbouillon Schwefelwasserstoffbildung.

Nach vierzehn Tagen wurde der Versuch unterbrochen mit folgendem Befund:

I. In Salpeter-Schwefelbouillon:

1. Bacterium coli com. Escherich, gut gewachsen, ziemliche Schwefelwasserstoffbildung, sehr starke Nitritreaktion; nach dem Ansäuern starker Geruch nach salpetriger Säure.

2. Pyocyaneus, gut gewachsen, Kultur schleimig und stark fluorescirend. Keine Schwefelwasserstoffbildung, keine Nitritreaktion, keine Nitratreaktion!

3. Friedländer, gut gewachsen, Spuren von Schwefelwasserstoff, auf dem Bleipapier feiner, schwarzer Strich; starke Nitritreaktion.

4. Typhus, ziemlich starke Schwärzung, ziemlich starke Nitritreaktion.

5. Tetragenus, starke Schwärzung, ziemlich starke Nitritreaktion.

6. Cholera, sehr starke Schwärzung, ziemlich starke Nitritreaktion.

7. Blaue Milch, ziemliche starke Schwefelwasserstoffbildung, keine Nitritreaktion, jedoch Nitratreaktion noch vorhanden.

8. Heubazillus, starke Schwefelwasserstoffbildung, keine Nitritreaktion, dagegen noch Nitratreaktion.

9. Fluorescens, ziemlich schwache Schwefelwasserstoffbildung, keine Nitritreaktion jedoch die Nitratreaktion noch vorhanden.

II. In Salpeterbouillon mit 2,5 % und 5 % Pepton.

1. Bacterium coli com. Escherich, in 2,5 % Pepton kein Schwefelwasserstoff, starke Nitritreaktion; auf Zusatz von Säure Geruch nach salpetriger Säure. In 5 % Pepton, geringe Spuren von Schwefelwasserstoff, sonst wie zuvor.

2. Pyocyaneus, in 2,5 % Pepton nur ganz minimale Spuren von Schwefelwasserstoff, schleimig stark fluorescirend, keine Nitrit- und keine Nitratreaktion, starke Ammoniakbildung. In 5 % Pepton, deutliche, wenn auch schwache Schwefelwasserstoffbildung, sonst wie zuvor.

3. Tetragenus, in 2,5 % Pepton keine, in 5 % nur geringe Spuren von Schwefelwasserstoff. Die Nitritreaktion in der Lösung mit 2,5 % Pepton stark, bei 5 % Pepton etwas schwächer.

4. Typhus, in 2,5 % Pepton geringe Spuren von Schwefelwasserstoff, in 5 % Pepton etwas mehr. In beiden Lösungen starke Nitritreaktion.

5. Cholera, in 2,5 % Pepton Spuren von Schwefelwasserstoff, ziemlich starke Nitritreaktion. In der Salpeterbouillon mit 5 % Pepton ziemlich starke Schwärzung des Bleipapiers, ziemlich starke Nitritreaktion.

6. Friedländer, weder in der Salpeterbouillon mit 2,5 % noch in der mit 5 % Pepton Schwefelwasserstoffbildung, dagegen in beiden Lösungen kräftige Nitritreaktion.

Das Ergebniß dieser Versuche fassen wir in folgende Sätze zusammen:

Es giebt Bakterien, die trotz des Salpeterzusatzes noch eine ziemlich gute Schwefelwasserstoffbildung erkennen lassen; diese ist jedoch bei allen Bakterien herabgedrückt, selbst bei Gegenwart freien Schwefels.

Der Salpeter wird dabei mehr oder weniger stark zu Nitrit bezw. Ammoniak reduzirt.

Es kann vorkommen, daß die Schwefelwasserstoffbildung vollständig unterdrückt wird, während die Nitritbildung stark in den Vordergrund getreten, oder die Reduktion bis zur vollständigen Umwandlung in Ammoniak fortgeschritten ist. Es hängt dann vom Zeitpunkt der Untersuchung ab, welches Stadium man antrifft.

Im Allgemeinen zeigen diese Versuche, daß zwischen der Bildung von Schwefelwasserstoff und von Ammoniak gewisse Analogien bestehen. Das Vorkommen beider Körper in den Bakterienkulturen ist ein auffallend verbreitetes. Beide wirken in großen Mengen entwickelungshemmend, während sie in kleinen Mengen von vielen Bakterienarten zur Deckung des Stickstoff- und Schwefelbedarfs benutzt werden können. Es liegt daher die Vermuthung nahe, daß, wenn nicht alle Bakterien, so doch manche den zum

Aufbau ihrer Leiber nothwendigen Stickstoff und Schwefel dem vorher von ihnen gebildeten Ammoniak und Schwefelwasserstoff entnehmen. Alle stickstoff- und schwefelhaltigen Bakteriennährstoffe stimmen darin überein, daß ein Theil ihres Stickstoffs und Schwefels leicht reaktionsfähig ist, ohne daß ein vollkommener Zerfall dieser Verbindungen einzutreten braucht.

Einige Bakterien zersetzen Pepton und Eiweiß der Nährsubstrate bei der Schwefelwasserstoffbildung sehr energisch und vollständig (Proteus), sodaß binnen kurzer Zeit nur noch Spuren davon nachweisbar sind. Andere, wie der Rothlauf thun dies trotz reichlicher Schwefelwasserstoffbildung nicht; die aus ihren alten Kulturen wieder abgeschiedenen Pepton- und Eiweißkörper verhalten sich aber gegen nascirenden Wasserstoff jetzt anders, sie liefern damit nämlich bedeutend weniger Schwefelwasserstoff als vorher, während ihre übrigen Eigenschaften anscheinend erhalten geblieben sind.

Schließlich müssen wir auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß dieselbe Bakterienart in verschiedenen Kulturen auf demselben Nährboden eine verschieden große Schwefelwasserstoffbildung zeigen kann. Die Bakterien haben als lebende Wesen individuelle Eigenthümlichkeiten, welche zuweilen auch in einem Mehr oder Weniger der Schwefelwasserstoffbildung ihren Ausdruck finden können. Hierzu kommt noch, daß manche Eigenschaften der Bakterien der Aenderung unterliegen. So kann, wie wir wissen, die Enzymbildung selbst bei kräftigen Enzymbildnern, (Cholera, Proteus, Milzbrand, Wurzelbazillus) stark herabgedrückt, ja anscheinend verloren gehen. Eine Einbuße in dieser Fähigkeit wird aber ein Sinken der Schwefelwasserstofferzeugung stets dann bedingen, wenn die Bakterien vermöge ihrer starken Enzymbildung zu einer kräftigen Peptonisirung der Eiweißkörper und daher zu einer starken Schwefelwasserstoffbildung befähigt waren.

Vorstehende Ausführungen genügen unseres Erachtens vollkommen, die bei der Schwefelwasserstoffbildung der Bakterien bis jetzt beobachteten Verschiedenheiten zwanglos zu erklären und zwar unter Beibehaltung unserer Annahme, daß der Schwefelwasserstoff ganz oder zum größten Theil seine Entstehung dem nascirenden Wasserstoff verdanke. Auch die von anderer Seite gegen unsere Erklärung als widerlegend angeführten Versuche, in denen gewisse Bakterien in peptonfreier Bouillon keinen Schwefelwasserstoff bildeten, und dies erst — und zwar reichlich — nach Zusatz von Schwefel thaten, können wir als unserer Annahme widersprechend nicht anerkennen; insbesondere schon deshalb nicht, weil in peptonfreier Bouillon nicht nur bei schwachen Schwefelwasserstoffbildnern (Wurzelbazillus), sondern auch bei kräftigen, wie der Proteus die Schwefelwasserstoffbildung gelegentlich fehlt.

Beobachtungen und Versuche, betreffend die Reblaus, Phylloxera vastatrix Pl., und deren Bekämpfung.

Von Regierungsrath Dr. J. Moritz.

Hierzu Tafel XIX—XXI.

Die Bedeutung, welche die Reblauskrankheit im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte für das wirthschaftliche Leben aller weinbautreibenden Länder erlangt hat, sowie das in verschiedenen Theilen des Deutschen Reiches erfolgte Auftreten dieses Uebels, welches zu umfassenden Maßnahmen behufs seiner Bekämpfung Veranlassung gab, ließen das Bedürfniß immer mehr hervortreten, für die Verwaltung des Reiches eine technische Stelle zu schaffen, deren Aufgaben in der Sichtung und Bearbeitung des einschlägigen, aus den verschiedensten Ländern eingehenden Materials, sowie in der Beobachtung aller die Reblauskrankheit und andere Rebenkrankheiten betreffenden Verhältnisse und in der Prüfung von Mitteln gegen diese Krankheiten bestehen sollte.

Um den letzteren Anforderungen genügen zu können, mußte eine derartige Stelle mit einem Laboratorium in Verbindung gebracht werden, welches die Ausführung von chemischen und mikroskopischen Arbeiten gestattete. Im Kaiserlichen Gesundheitsamte war nun eine solche, der obersten Reichsverwaltungsbehörde unmittelbar unterstellte Behörde gegeben, welche über die erforderlichen wissenschaftlichen Hülfsmittel verfügte, und es wurde daher vom Jahre 1887 ab die technische Bearbeitung der Reblausangelegenheiten einschließlich der Prüfung von Mitteln gegen die Rebenschädlinge dem Gesundheitsamte übertragen.

In den folgenden Mittheilungen soll über einen Theil der bisher in der angedeuteten Richtung zur Ausführung gelangten Beobachtungen und Versuche berichtet werden.

Ia. Besondere Beobachtungen, welche sich auf das biologische Verhalten der Reblaus beziehen.

Diese Beobachtungen bezweckten zunächst die Beantwortung der folgenden Fragen:

1. Ist die Reblaus im Stande, von der Bodenoberfläche her in den Boden einzudringen und sich an daselbst befindlichen Rebwurzeln anzusiedeln?

2. Kann die Reblaus an älteren Wurzeln zu dauerndem Verbleib sich festsetzen, auch wenn solche Wurzeln weder Tuberositäten noch andere krankhafte Erscheinungen aufweisen?

Die Inangriffnahme planmäßiger Beobachtungen in der bezeichneten Richtung erschien insofern von besonderem Interesse, als in neuerer Zeit Zweifel an der Richtigkeit der diesbezüglichen früheren Annahmen laut geworden waren.[1])

Bevor ich zur Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen übergehe, mögen hier noch einige der interessantesten diesbezüglichen, besonders das Wandern der Rebläuse in und auf dem Boden betreffende Angaben anderer Forscher Platz finden. Maxime Cornu schreibt in seinem klassischen Werke: „Études sur le phylloxera vastatrix"[2]) Folgendes: „Dans les vignobles des environs de Cognac, où j'étais envoyé par la Commission, j'ai trouvé sur le sol,[3]) et ai montré en place à M. Lecoq de Boisbaudran, outre des jeunes agiles,[3]) une nymphe, agile aussi et vivante"...

Gaston Bazille berichtet über die von ihm am 4. September 1872 bei brennender Sonne bei Graveson gemachten Beobachtungen unter anderem Folgendes: „En même temps que l'insecte ailé, nous voyions aussi, marchant rapidement à la surface du sol, pleins de vie malgré le grand jour et le soleil,[3]) de jeunes Phylloxera aptères, ceux que jusqu'à présent nous avions cru vivre dans l'ombre et sous terre. Ces insectes, beaucoup plus petits que les Phylloxera ailés, étaient pour le moins aussi nombreux; ils allaient, venaient, remuant vivement leurs antennes, comme pour palper le terrain et assurer leur route." . . . „Après deux heures bien employées, nous abandonâmes notre chasse, emportant dans un flacon, comme spécimens, de nombreux Phylloxera enlevés sur le sol à l'aide d'une paille légérement mouillée."[4])

In einem Briefe an die Akademie schreibt L. Faucon: „Aujourd'hui, 14 juin, à 1 heure après-midi, par un beau soleil et un temps calme, je viens de voir les premiers Phylloxera qui probablement se soient montrés sur le sol cette année. Ils doivent être assez nombreux, car au pied d'une seule souche, sur des mottes de terre, j'en ai observé une douzaine dans une vigne presque détruite d'un de mes voisins."[5]) . . .

Derselbe Verfasser berichtet im Jahre 1879: „Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de vous le dire, le Phylloxera a tardé beaucoup, cette année, à se montrer sur le sol; ce n'est que le 15 juillet que nous avons pu eu découvrir quelques-uns; mais bientôt le nombre en a augmenté considérablement, et dès le 25 juillet, il était facile d'en observer de grandes quantités. De 1 h. à 3 h., lorsque la chaleur était la plus forte, était le moment, où l'on en voyait le plus. Le nombre de ces insectes a été constamment en augmentant, jusqu'à la mi-août. Le 12 août, mon neveu a trouvé jusqu'à douze aptère tous jeunes dans le champ de sa loupe. C'était à 2 h. de l'après-midi, par un temps calme et un soleil brûlant; le ther-

[1]) H. F. Keßler, Weitere Beobachtungen und Untersuchungen über die Reblaus, Pylloxera vastatrix Planchon. Cassel 1888, und derselbe: Erörterungen über die Reblaus, Phylloxera vastatrix Planchon. Cassel 1889.

[2]) Mémoires présentés par divers savants a l'académie des sciences de l'institut national de France. T. XXVI. No. 1. p. 262.

[3]) Vom unterzeichneten Verfasser durch gesperrten Druck hervorgehoben. — H. Moritz.

[4]) Comptes rendus de l'académie des sciences T. 75. 2. Sem. 1872. p. 683/84.

[5]) Comptes rendus de l'académie des sciences T. 76. 1. Sem. 1873. p. 1464.

mometre placé à terre, en plein soleil, marquait à ce moment 61°." . . . „Ces deux vignes, âgées à peine de trois et quatre ans, sont déjà arrivées aux dernières limites de l'épuisement." . . . „Sur une planchette fixée au bout d'un piquet, j'ai disposé une feuille de papier blanc enduite d'une couche d'huile. J'établissais ainsi un piège qui devait me servir à prendre les Phylloxeras que le vent soulèverait et chasserait au loin." . . . „Enfin, le 27 août, une brise assez forte du nord-est se leva et dura quelques heures. Ce fut suffisant pour projeter sur le papier huilé de mon piège dix-neuf jeunes Phylloxeras aptères."[1])

Valéry-Mayet schreibt in seinem Buche[2]) über die an den Reben lebenden Insekten in Betreff der Verbreitung der Reblauskrankheit durch die ungeflügelte Form der Reblaus u. a. Folgendes: „Autour d'un point d'attaque qui rayonne régulièrement et constitue ce que l'on a appelé la tache d'huile, la diffusion ne se fait pas d'ordinaire par l'Ailé. De proche en proche elle s'opère par de jeunes Radicicoles n'ayant pas encore mangé, très légers, très agiles, et qui, lorsque le temps est chaud, sortent de terre par les fissures du sol et gagnent de même les racines des souches voisines. Ces exodes souvent considérables, vus pour la première fois par M. Faucon et fort bien décrits par lui,[3]) ont été observés depuis par de nombreux naturalistes, et l'on ne peut avoir élevé des Phylloxeras en captivité sans avoir vu en été, de midi à 5 heures, le bord des bocaux se couvrir de la masse de ces jeunes émigrants." . . . „Les jeunes aptères quittent ainsi les souches affaiblies pour aller à de plus vigoureuses, et l'on conçoit sans peine que, plus la terre est argileuse et fendillée par la sécheresse, plus les migrations sont faciles."[4])

Ueber denselben Gegenstand finden sich u. A. Mittheilungen von L. Roesler in den „Annalen der Oenologie" Bd. IV. 1874. S. 463, sowie von F. W. Koch in der „Elften Denkschrift", betreffend die Bekämpfung der Reblauskrankheit 1888/89 S. 53 und von C. Ritter in der „Zwölften Denkschrift etc." 1889/90 S. 38. Eine den obigen Beobachtungen dem Anscheine nach widersprechende Aeußerung Targioni Tozzetti's darf hier nicht unerwähnt blieben. Der bekannte italienische Forscher sagt in seinem Berichte[5]) über eine Studienreise nach den Reblausherden am Rhein etc. in wörtlicher

[1]) a. a. O. T. 89. 2. Sem. 1879. p. 694/95.

[2]) Valéry-Mayet, Les insectes de la vigne. Montpellier, Camille Coulet. Paris, Georges Masson. 1890. p. 91/92.

[3]) Faucon, Modes de propagation du phylloxera. (De la Subm. 1874. p. 42.)

[4]) In seiner Schrift: „Weitere Beobachtungen und Untersuchungen über die Reblaus" etc. Cassel 1888 sagt Keßler u. a.: „Im Allgemeinen hat die Annahme, daß die ungeflügelte Reblaus in und auf dem Boden wandere und dadurch die Krankheit am Weinstock an andere Orte verbreitet werde, von Anfang an eine Hauptrolle gespielt und spielt sie bis zur Stunde noch; obgleich bis hierher noch kein Beobachtungsfall bekannt geworden ist, durch welchen diese Annahme als wirklich richtig nachgewiesen worden wäre. Es ist mir wiederholt entgegnet worden, in Frankreich müsse doch wohl dieser Nachweis geliefert worden sein. So viel ich weiß, ist dies nicht der Fall. Im Gegentheil beruht auch dort noch, wie vor 20 Jahren, die Sache auf bloßer Vermuthung." . . . Die Irrthümlichkeit dieses Ausspruches dürfte aus dem oben Angeführten zur Genüge hervorgehen. D. Verf.

[5]) Delle piu recenti infezioni fillosseriche della Germania, e dell' impiego dei metodi curativi e delle viti americane in alcune provincie francesi. Note di viaggio e considerazioni lette dal Vice-Presidente Com. Prof. Adolfo Targioni Tozzetti nell' adunanza ordinaria del di 7 Marzo 1886. — Separatabzug aus den Veröffentlichungen der „R. Academia Economico-Agraria dei Georgofili di Firenze."

Uebersetzung u. A. Folgendes: „Man glaubt daher an eine Wanderung der Insekten aus der Tiefe in die Höhe oder umgekehrt, je nach den Jahreszeiten; aber hier wie anderswo ist die Wanderung mehr scheinbar, als thatsächlich, und die Kolonien, welche bis zu einem gewissen Punkte die hoch- oder tiefgelegenen Wurzeln einnehmen, sind zu verschiedener Zeit nach und nach entstanden, aber nicht in ihrer Gesammtheit hinauf- oder hinabgestiegen.“ Dieser Ausspruch bezieht sich offenbar nur auf die vielfach gemachte Annahme, daß die Rebläuse bei Beginn der kalten Jahreszeit von den oberen an die unteren Wurzeln sich begeben und umgekehrt bei Beginn der warmen Jahreszeit, von den tieferen an die oberen Wurzeln wieder zurückkehren, nicht aber auf die während der warmen Jahreszeit stattfindenden Wanderungen der Insekten von Wurzel zu Wurzel und von Rebe zu Rebe in und über dem Boden.

Der folgende Ausspruch von Valéry-Mayet darf hier ebenfalls nicht übergangen werden. Der genannte Forscher schreibt in seinem bereits erwähnten Werke über die Insekten der Reben[1]) bei Gelegenheit der Besprechung der Wanderungen der Reblaus auf der Erdoberfläche: „Le jeune Radicicole ne passe jamais souterrainement d'une souche à l'autre, à moins que deux racines ne se trouvent en contact, ce qui est rare. Ses pieds inermes sont en effet impropres à creuser le sol et ses téguments trops mous pour ne pas être écrasés par la moindre pression; de là, l'instinct d'émigrer à la surface du sol.“ . . . Auf diesen Gegenstand wird weiter unten zurückgekommen werden. Hier sei vorgreifend nur so viel bemerkt, daß dieser Ausspruch der oben angeführten Aeußerung desselben Verfassers einigermaßen widerspricht; denn es ist nicht recht einzusehen, warum die Rebläuse nicht ebenso gut in den Rissen, Spalten und Höhlungen innerhalb des Bodens sollen fortwandern können, wenn sie doch vermittelst solcher Wege an die Oberfläche des Bodens und von dort wieder in den Boden an andere Reben gelangen.

Die oben angeführten Angaben verschiedener Autoren dürften zur Genüge darthun, daß die ungeflügelte, für gewöhnlich unterirdisch lebende Form der Reblaus unter Umständen den Boden verläßt, um auf der Oberfläche des letzteren sich auf die Wanderschaft zu begeben.[2])

Eine andere Frage ist es, ob die Reblaus im Stande ist, von der Bodenoberfläche her in den Boden einzudringen und sich an daselbst befindlichen Rebwurzeln anzusiedeln? Obschon die Entscheidung dieser Frage in bejahendem Sinn, schon auf Grund der oben angeführten Beobachtungen, sehr wahrscheinlich war

[1]) Les insectes de la vigne par Valéry-Mayet, Montpellier bei Camille Coulet und Paris bei Georges Masson 1890. p. 92.

[2]) Hiermit dürfte auch die Berechtigung des in meiner Schrift: „Die Rebenschädlinge“ 1. Auflage S. 12 und 2. Auflage S. 23 gemachten, von Keßler a. a. O. S. 52 angegriffenen Ausspruchs „daß an warmen, sonnigen Tagen auch an der Oberfläche der Erde eine Wanderung der Läuse und zwar manchmal in großen Schaaren stattfinde“ genügend erwiesen sein. Daß dieser Ausspruch —, der nach Keßler so allgemein gehalten ist, daß er gar nichts beweist — in der erwähnten kleinen Schrift nicht näher begründet wurde, hatte darin seinen Grund, daß die letztere vorwiegend für den praktischen Weinbauer bestimmt war und daher auch möglichst kurz und übersichtlich gehalten sein mußte. Um aber auch solchen Lesern gerecht zu werden, denen an einem tieferen Eingehen in die Sache gelegen wäre, ist der Schrift ein Verzeichniß der benutzten Literatur beigegeben worden, bei dessen Berücksichtigung der oben angeführte Einwand wohl gegenstandslos geworden wäre. — J. M.

— denn es ist offenbar kein Grund vorhanden, warum die Reblaus nicht ebensogut von der Oberfläche in den Boden, wie aus dem Boden an die Oberfläche gelangen sollte — so lag dennoch bisher kein unmittelbarer Beweis dafür vor. Zur Entscheidung dieser Frage wurde in folgender Weise verfahren.

An den Boden einer Anzahl verschieden hoher cylindrischer Gläser wurden Stückchen vollkommen gesunder, reblausfreier Rebenwurzeln gebracht. Darauf wurde das Glas mit sandiger Gartenerde bis nahe an die Oeffnung gefüllt. Auf die Oberfläche des Bodens wurde in jedem Gläschen ein Stückchen einer inficirten Rebwurzel gebracht und letzteres nur leicht mit ein wenig Erde bedeckt, um ein zu schnelles Austrocknen zu verhindern. Außerdem wurden, um eine Einwirkung des Lichtes auszuschließen, alle Versuchsgläser mit schwarzem Papier umgeben.

Im Ganzen gelangten 10 derartige Versuche zur Ausführung.

Versuch 1a begann am 13. August 1888. Die Entfernung von der Bodenoberfläche bis zu der Wurzel am Boden des Gläschens betrug ca. 4 cm. — Am 20. August wurde der Versuch nachgesehen, indem die Erde vorsichtig aus dem Gläschen entfernt und das am Boden befindliche Wurzelstück untersucht wurde. An dem Letzteren und zwar an einem frischen kleinen Wurzeltrieb saßen nun zwei junge Rebläuse. Nachdem dies festgestellt war, wurde dieselbe Erde wieder vorsichtig in das Gläschen zurückgefüllt und letzteres weitere acht Tage stehen gelassen. Bei der Prüfung fand sich, daß die beiden Rebläuse noch an demselben Wurzeltrieb saßen und eine kleine Nodosität gebildet hatten. Nunmehr wurde der Versuch beendigt.

Versuch 1b. In derselben Weise wie 1a, nur mit einem höheren Glase ausgeführt. Am 24. August 1888 war auf die Oberfläche des Bodens ein Wurzelstückchen mit vielen Reblauseiern und einem jungen Insekt gebracht worden. Am 28. desselben Monats fand sich eine junge Reblaus in 7 cm Tiefe an einem Wurzelstückchen angesogen vor.

Versuch 1c. Bezüglich der Versuchsanordnung gilt das bei 1a und 1b Gesagte. Am 22. August 1888 wurde ein Wurzelstück, an welchem sich u. A. auch eine eierlegende Reblaus befand, auf die Oberfläche des Bodens gebracht. Da sich das reblausfreie Wurzelstück in der verhältnißmäßig bedeutenden Tiefe von 22 cm unter der Bodenoberfläche befand, so war ein zusammengedrückter Strohhalm mit in den Boden eingeschlossen worden, um den Rebläusen ein eventuelles Eindringen in diese Tiefe zu erleichtern. Bei der am 29. August ausgeführten Prüfung zeigte es sich, daß sich drei junge Rebläuse an dem am Boden des Glases, also 22 cm unter der Bodenoberfläche befindlichen Wurzelstücke angesogen hatten.

In den übrigen sieben Fällen blieben die Wurzeln am Boden der Gläser reblausfrei.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Reblaus im Stande ist, in den Boden von der Oberfläche her einzudringen und auf diesem Wege eine Infektion zu bewirken. Diese Versuche zeigen ferner, daß ein solches Eindringen bis zu relativ beträchtlicher Tiefe erfolgen kann, wenn die lokalen Verhältnisse der Einwanderung möglichst geringe Hindernisse in den Weg stellen.

Da bei den besprochenen Versuchen in 30% der Fälle eine erfolgreiche Einwanderung der Rebläuse in den Boden bis zu den unten befindlichen Wurzeln statt-

sand, trotzdem der Boden in Folge seiner sandigen Beschaffenheit dieselbe keineswegs begünstigte, so darf wohl angenommen werden, daß unter günstigeren Bodenverhältnissen die Rebläuse noch viel häufiger mit Erfolg einzuwandern im Stande sein werden.

Versuch 2 behandelte die Frage: Kann die Reblaus an älteren Wurzeln zu dauerndem Verbleib sich festsetzen, auch wenn solche Wurzeln weder Tuberositäten, noch andere krankhafte Erscheinungen aufweisen?

Am 13. August 1888 wurden zur Entscheidung dieser Frage drei Versuche a, b, und c in folgender Weise ausgeführt. Mehrere Stücke von fingerdicken, durchaus gesunden und reblausfreien Rebwurzeln wurden in möglichst nahe Berührung mit inficirten Wurzeln gebracht und mit Erde umgeben. Bereits am 15. August fanden sich in c zwei junge Rebläuse an der dicken gesunden Wurzel angesogen. In b fanden sich am 20. August ebenfalls zwei junge Rebläuse in der Mitte der dicken gesunden Wurzel angesogen. Am 30. August zeigten sich 6 junge Rebläuse an der dicken, vorher gesunden Wurzel; von diesen hatten sich 5 bereits angesogen. In a dagegen blieb die dicke gesunde Wurzel reblausfrei.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die Eingangs gestellte Frage zu bejahen ist. —

Ib. Allgemeine, die Lebensweise der Reblaus betreffende Beobachtungen.

A. Im Zuchtgefäße angestellte Beobachtungen.

Die weiter unten näher zu besprechenden Versuche bezweckten, das Verhalten der Reblaus unter für dieses Insekt möglichst normalen Lebensbedingungen kennen zu lernen. Um Letzteres zu ermöglichen, wurden nach den Angaben des Verfassers zur Kultur von Reben bestimmte Gefäße hergestellt, welche in ähnlicher Weise wie die schon seit längerer Zeit von den Botanikern zur Beobachtung und Messung des Wurzelwachsthums benutzten Vegetationskästen hergerichtet waren. Diese in der Hauptsache aus starkem Zinkblech bestehenden Gefäße besitzen eine, durch einen Schieber von Zinkblech zu bedeckende Glaswand, welche eine unmittelbare Beobachtung der innerhalb des Bodens in der Nähe dieser Glaswand sich abspielenden Vorgänge gestattet. Durch einen, mit dichtmaschiger Gaze umzogenen Aufsatz wurde dem etwaigen Entweichen geflügelter Insekten vorgebeugt. Im Verlaufe der Beobachtungen machten sich jedoch bei diesen Gefäßen einige Mängel fühlbar, die hauptsächlich darin bestanden, daß die Wurzeln der darin kultivirten Reben noch zu viel Raum fanden, so daß sie sich leicht der Beobachtung entzogen; außerdem war es nicht möglich im Boden befindliche Insekten behufs mikroskopischer Untersuchung zu entnehmen, ohne die Rebe aus dem Boden zu heben und damit die ganze Kultur zu verderben.

Um diesen Uebelständen abzuhelfen, wurde die aus nebenstehender Figur 1 leicht verständliche Einrichtung getroffen. Das obere, mit dichter Gaze bespannte Gestell a b c d e f g h kann beliebig abgenommen und aufgesetzt und vermittelst der Stäbchen a d und g h an dem unteren Theil befestigt werden. i k l m ist eine verschiebbare Platte von Zinkblech, hinter welcher sich eine Glastafel befindet, welche die eine Wand des oberen

Gefäßtheiles bildet und an ihrem unteren Theile Charniere trägt, so daß sie auf und zugeklappt werden kann. Auf der gegenüberliegenden Seite wird die Gefäßwand ebenfalls durch eine Glastafel gebildet, über welcher eine verschiebbare Zinkplatte liegt. Der untere Theil des Gefäßes besteht aus einem Kasten von Zinkblech, dessen Boden von einem sehr dichtmaschigen Drahtgeflecht gebildet wird. Der Kasten steht auf einem mit Luftlöchern versehenen Fuße.

Die beschriebene Einrichtung hat sich gut bewährt und kann zur Beobachtung der Lebensweise aller jener niederen Thiere dienen, deren Aufenthalt unter der Erdoberfläche sie sonst der unmittelbaren Anschauung entzieht.

Bevor zur Beschreibung der Beobachtungen selbst übergegangen wird, muß noch erwähnt werden, daß dieselben zum größten Theil, etwa anderthalb Jahre hindurch, in einem engen, einfenstrigen, zu ebener Erde nach dem Hofe und nach Norden zu gelegenen Raume ausgeführt werden mußten. Erst seit Mitte des Jahres 1890 war es möglich, einen geeigneteren Raum für diesen Zweck zu verwenden.

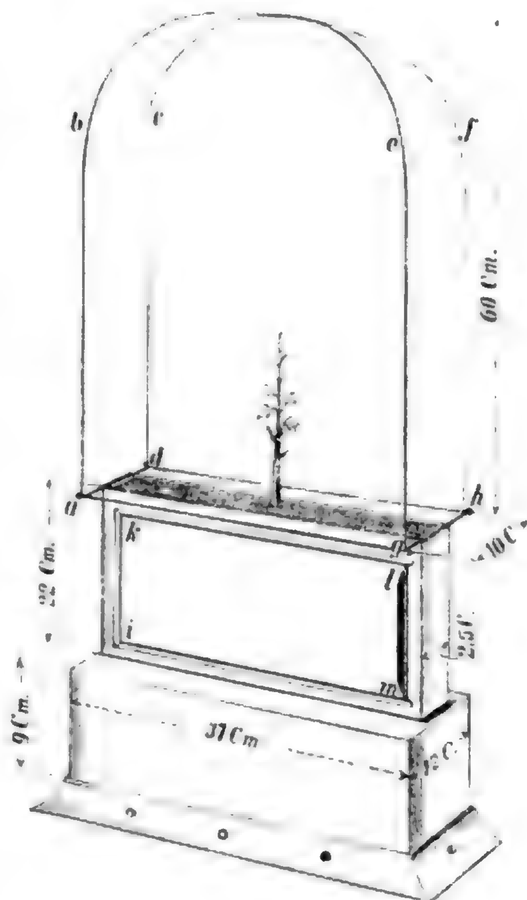


Fig. 1.

Wenn nun auch die Beobachtungen bisher noch keineswegs zu einer Aufklärung aller in der Biologie der Reblaus noch dunklen Punkte geführt haben, so dürften sie doch für alle, welche sich mit der Reblausfrage eingehender beschäftigen, nicht ohne Interesse sein, so daß ihre Veröffentlichung schon jetzt einigermaßen gerechtfertigt erscheint.

Versuch A. Vegetationsgefäß älterer Konstruktion. Rebensorte: Früher Leipziger (Topfrebe). In das Vegetationsgefäß gepflanzt am 16. August 1888. An demselben Tage wurde zur Herbeiführung der Infektion ein einige Nodositäten mit Rebläusen tragendes Wurzelstückchen in den Boden gebracht. Bis zum 23. August wurde nichts Bemerkenswerthes gesehen. Am letztgenannten Tage zeigten sich auf einer der in den Boden gebrachten Nodositäten eine ausgewachsene Reblaus (nicht Nymphe) und an einer anderen Stelle an der Glaswand des Gefäßes eine ganz junge Reblaus in Wanderung begriffen. Den Tag darauf war von den Rebläusen nichts mehr zu sehen.

Am 28. August wurde die Rebe aus dem Boden genommen. Die Wurzeln erschienen noch gesund; nur an einem einzigen, ganz kleinen frischen Wurzeltriebe zeigte sich eine in Bildung begriffene Nodosität, an welcher eine junge Reblaus saß. Um die Ausbreitung der Infektion zu beschleunigen, wurden zwei weitere bereits infizirte Wurzelstücke in den Boden gebracht.

Am 31. August sah man an der Glaswand des Gefäßes eine ziemlich große, wohl vor der letzten Häutung stehende Reblaus (nicht Nymphe) sich fortbewegen. An einer anderen Stelle fanden sich zwei bräunlich gefärbte Reblauseier und zwei junge Rebläuse, von welchen eine sich an einer bleistiftdicken Wurzel angesetzt hatte. Am Nachmittage desselben Tages war die große wandernde Laus wieder verschwunden. Am 1. September schlüpfte aus dem einen der oben erwähnten Eier eine kleine, hell grünlichgelb gefärbte Reblaus, welche bei Beginn der Beobachtung noch mit zurückgelegten Fühlern und an den Leib angezogenen Beinen unbeweglich dasaß, nach kurzer Zeit jedoch die Fühler und die Beine streckte und nun, mit den Fühlern lebhaft tastend, sich fortzubewegen begann.

Am 4. September fand sich eine junge Reblaus an einem frischen, noch keine Krümmung zeigenden Wurzeltriebe angesogen. Durch die untenstehenden Abbildungen (Fig. 2) sind die täglichen Veränderungen, welche die werdende Nodosität bis zu ihrer Vollendung zeigte, im Verhältniß von 3:1 der natürlichen Größe dargestellt. Aus diesen Abbildungen geht hervor, daß die Reblaus an einem frischen Wurzeltriebe bereits ein paar Tage vorhanden sein kann, bevor eine deutliche und charakteristische Nodositätenbildung in die Erscheinung tritt. Es ist dies ein Fingerzeig dafür, daß man bei den Nachforschungen nach einem etwaigen Auftreten der Reblaus sich nicht nur auf das Aufsuchen von Nodositäten beschränken darf, sondern dabei auch die scheinbar noch gesunden frischen Wurzeltriebe einer genauen Beobachtung unterziehen muß. Am 14. September, also 10 Tage nach ihrem ersten Erscheinen, hatte die Reblaus die inzwischen ausgebildete Nodosität ohne merkbare äußere Veranlassung wieder verlassen und sich der ferneren Beobachtung entzogen.

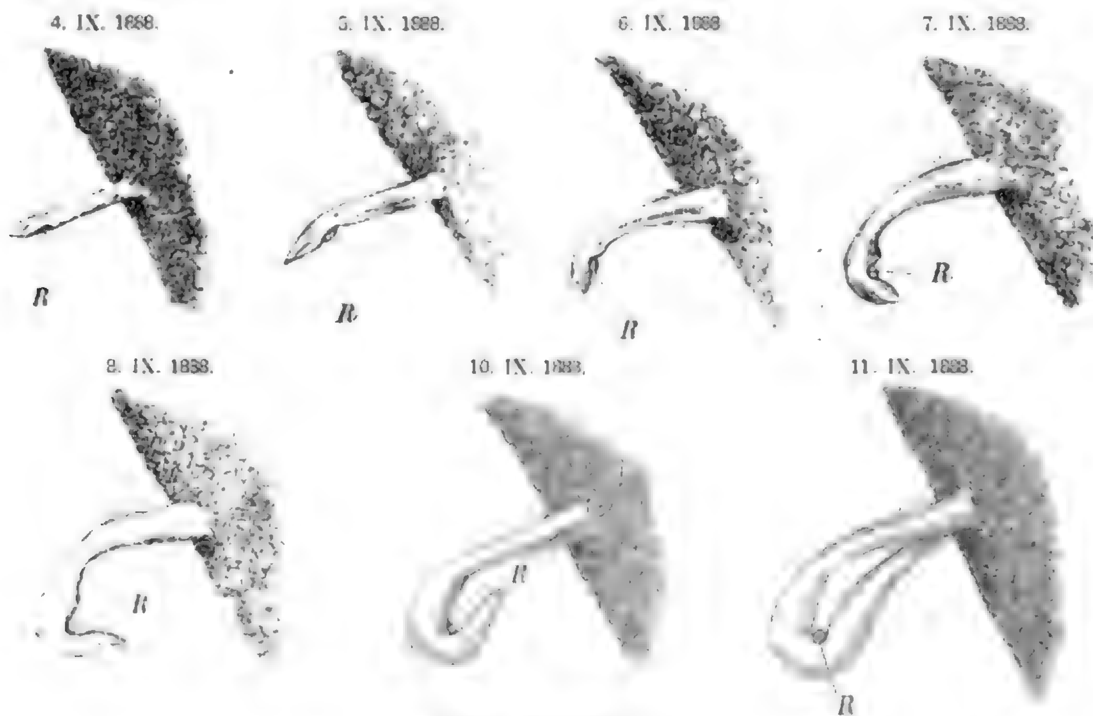


Fig. 2. (*R* = Reblaus.)

Am 24. September fand sich an einer anderen Stelle an einer kleinen Seitenwurzel eine in Eierlegen begriffene Reblaus vor, welche bereits 11 hellgelbe, glänzende Eier

abgelegt hatte. Bis zum 1. Oktober ließen sich im Ganzen 37 Eier zählen, welche in dichten Häufchen zu beiden Seiten des Mutterthieres, dasselbe halb verbergend, lagen.

Am 2. Oktober ließen sich noch zwei, am 3. Oktober noch ein weiteres Ei beobachten. Die Mutterlaus war nur noch undeutlich zwischen den rechts und links befindlichen Eierhäufchen zu erkennen. Im Ganzen waren demnach von dieser einen Reblaus 40 Eier gelegt worden. Von diesen entfallen 26 auf die Zeit von 7 Tagen, vom 25. September bis einschließlich den 1. Oktober, und 3 auf die Zeit von 2 Tagen (2. und 3. Oktober). Es scheint demnach die Zahl der täglich gelegten Eier gegen Ende der Eierablage abzunehmen.[1]) Nimmt man dem entsprechend an, daß die ersten 11 Eier in der Zeit von etwa 2 Tagen zur Ablage gelangten,[2]) so ergiebt sich, daß alle von dem Thiere hervorgebrachten 40 Eier in 10 bis 11 Tagen abgelegt wurden, so daß im Durchschnitt 3 bis 4 Eier auf den Tag entfallen.[3])

In der Zeit vom 22. September bis zum 3. Oktober bewegte sich die Zimmertemperatur zwischen 13,7 und 17,5° C., und man darf wohl ohne erheblichen Fehler annehmen, daß die Temperatur im Vegetationsgefäß der äußeren Lufttemperatur sehr nahe kam.

Im Anschluß an das oben Mitgetheilte wurde auch noch die folgende Beobachtung gemacht, welche im Hinblick auf die Frage nach den sogenannten natürlichen Feinden der Phylloxera vastatrix immerhin einiges Interesse beanspruchen dürfte. Am 1. Oktober fiel es auf, daß eines der frisch gelegten, oben erwähnten Eier angefressen erschien, während sich gleichzeitig ein kleines, glashelles, zu den Poduriden gehörendes Thierchen, welches als Lipura fimetaria (L.)[4]) bestimmt wurde, an demselben in verdächtiger Weise zu schaffen machte. Am 2. Oktober lag das inzwischen noch weiter zerstörte Ei ein wenig entfernt von seinem ursprünglichen Platze und am 3. Oktober war von demselben nichts mehr zu sehen. Auch die Lipura hatte sich bereits vom 2. Oktober an der Beobachtung wieder entzogen. Erst am 9. Oktober zeigte sich wieder in 15 cm Tiefe unter der Bodenoberfläche eine junge, fast glashelle Lipura fimetaria innerhalb des Eierhäufchens an den Eiern fressend. In ihrer Umgebung fanden sich mehrere unzweifelhafte Bruchstücke zum größten Theil zerstörter Eier, während die übrigen Eier gesund erschienen und meist die braungelbe Farbe älterer Reblauseier aufwiesen.

Die Zimmertemperatur bewegte sich in der Zeit vom 4. bis 12. Oktober zwischen 12,2 und 13,4 ° C., vom 13. bis 16. Oktober zwischen 11,2 und 12,2 ° C., stieg am 17. Oktober auf 13,7 ° C. und bewegte sich dann vom 19. bis zum 26. Oktober zwischen 9,4 ° und 10,6 ° C.

Vom 29. Oktober bis zum 5. November, an welchem Tage die Zimmertemperatur

[1]) Vergl. Balbiani, Le phylloxera du chêne et le phylloxera de la vigne, Paris 1884. p. 23.
[2]) Vergl. S. 527.
[3]) Vergl. Cornu, Etudes sur le phylloxera vastatrix. Mém. prés. par div. savants à l'académie des sciences de l'institut nat. de France T. XXIV. No. 1. p. 244 u. 245.
[4]) Es ist mir eine angenehme Pflicht Herrn Dr. F. Karsch, welcher die Güte hatte, diese Bestimmung auszuführen, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. D. Verf.

9,4 ° C. betrug, war im Boden nichts Bemerkenswerthes mehr zu beobachten.[1]) Die Reben hatten alle Blätter, bis auf die obersten, verloren.

Es konnte nur bei einem einzigen der vom ca. 22. September bis zum 3. Oktober gelegten Eier das Aufbrechen beobachtet werden. Diese Erscheinung zeigte sich am Nachmittag des 4. Oktober. Nimmt man an, daß es sich dabei um eines der zuerst gelegten Eier gehandelt hat, so würde zwischen der Ablage und dem Aufbrechen desselben ein Zeitraum von 11 bis 13 Tagen gelegen haben. Cornu[2]) giebt diesen Zeitraum für eine mittlere Temperatur auf 5 bis 8 Tage, nach einer anderen Mittheilung auf 12 bis 15 Tage[3]) an. Nach Balbiani[3]) brechen die Eier bei einer Temperatur von 20—25 ° C. nach höchstens 7—8 Tagen, bei 30—35 ° nach 4 bis 5 Tagen auf, und Lichtenstein[3]) giebt den fraglichen Zeitraum auf 6 bis 8 Tage an. Nach Keßler[4]) liegen 11 Tage zwischen der Ablage des Eies und dem Ausschlüpfen der jungen Reblaus. Jedenfalls üben die Temperatur und die Ernährung, wie es auch Cornu und Balbiani bereits hervorgehoben haben, auf die Schnelligkeit, mit der die Generationen auf einander folgen, einen erheblichen Einfluß aus.

Bis zum 9. März 1889, während welcher Zeit die Zimmertemperatur zwischen 1,5 bis 7,6 ° C. schwankte, zeigte sich im Boden nichts, was der Erwähnung werth wäre. An dem genannten Tage wurden bei einer Zimmertemperatur von 3,7 ° C. zahlreiche

---

[1]) Nebenbei möge hier die öfter und auch am 5. November gemachte Beobachtung Platz finden, daß auf einem lebenden, innerhalb des Bodens seine Gänge ziehenden Regenwurme (Lumbricus terrestris) zahlreiche weiße Milben sich äußerst lebhaft hin und her bewegten. Dieselben Milben konnte man nicht selten über Rebläuse und deren Eier laufen sehen, ohne daß jemals die letzteren von den Ersteren angegriffen wurden. In Betreff einer anderen, von mancher Seite (Dr. G. Haller, die kleinen Feinde der Phylloxera. Carl Winter's Universitätsbuchhandlung 1878. S. 12) als natürlicher Feind der Reblaus angesehenen Milbe, der Hoplophora arctata, sei hier bemerkt, daß dieselbe nach den Beobachtungen des Verf. eine sehr große Verbreitung besitzt. Vergl. auch L. Dreyfuß, Ueber Phylloxerinen. Wiesbaden 1889. S. 50. Diese Milbe wurde vom Verfasser an Reben verschiedensten Ursprungs und in den verschiedensten Gegenden Deutschlands angetroffen. Sie dürfte sich wohl nahezu überall finden, wo aus irgend einem Grunde faulende Rebwurzeln im Boden vorhanden sind, auch dort, wo noch nie eine Reblaus beobachtet worden ist; sie kann demnach wohl nicht als ein natürlicher Feind der Letzteren angesehen werden, dem irgend eine Bedeutung im Kampfe gegen die Reblaus beizulegen wäre; und zwar letzteres um so weniger, als Verfasser nicht selten Gelegenheit hatte, vereinzelte Exemplare der Hoplophora arctata neben einer ungeheuren Anzahl von Rebläusen zu beobachten, ohne daß sich an irgend einer Stelle ein Eingreifen dieser Milbe zu Ungunsten der Phylloxera gezeigt hätte. Schon vor vielen Jahren habe ich mich in meiner kleinen Schrift über die Rebenschädlinge dahin ausgesprochen, daß von den bisher bekannten sogenannten natürlichen Feinden der Reblaus eine wirksame Hülfe im Kampfe gegen die Letztere nicht zu erwarten ist. Auch C. V. Riley, (Ueber dem Weinstock schädliche Insekten. Die Rebenphylloxera. Phylloxera vastatrix Planchon. Im Auftrage des Dr. Ad. Blankenhorn für die „Annalen der Oenologie" übersetzt durch Herrn Dr. Fr. Röder, Heidelberg, Carl Winter's, Universitätsbuchhandlung. 1878 S. 29/30), G. Schoch, (Die Phylloxera [Reblaus] ihr Wesen, ihre Erkennung und Bekämpfung. Vier Vorträge, gehalten an der vom schweizerischen Handels- und Landwirthschaftsdepartement angeordneten Konferenz von Phylloxeraexperten in Zürich am 9. u. 10. April 1880 von Dr. G. Schoch, Dr. J. Moritz, Prof. F. Mühlberg und Prof. Dr. A. Kraemer. Aarau 1880. S 17.) Valéry-Mayet, (Les insectes de la vigne p. 95/96) u. A. haben sich in ähnlicher Weise geäußert und die bisherigen Erfahrungen haben diese Auffassung leider nur bestätigt.

[2]) Études sur le phylloxera vastatrix, par Maxime Cornu. In: Memoires présentés par divers savants a l'académie des sciences de l'institut national de France. T. XXVI. No. 1. p. 244.

[3]) Annal. d. Oenologie Bd. V. 1876. S. 541 f. Nach: Comptes rendus de l'académie des sciences II. Sem. 1874. p. 1371 ff.

[4]) Weitere Beobachtungen und Untersuchungen uber die Reblaus, Phylloxera vastatrix Planchon. von Dr. H. F. Keßler, Cassel 1888. Verlag von Ferd. Keßler S. 13 und 14.

Lipura fimetaria beobachtet, welche sich in den Hohlräumen des Bodens hin und her bewegten. Von Rebläusen war nichts zu sehen. Am 26. April 1889 (Zimmertemperatur 14,9 bis 17,5 ° C.) erschienen die Blattknospen der Reben stark angeschwollen, am 1. Mai konnten zahlreiche kleine frische Wurzeltriebe beobachtet werden, und am 2. Mai (Zimmertemperatur 17,0 bis 19,0 ° C.) hatte die Rebe ihr erstes Blättchen entfaltet.

Bis zum 8. Juni 1887 wurde wiederholt Lipura fimetaria, dagegen keine Spur von einer Reblaus beobachtet. Die Zimmertemperatur hatte sich vom 2. Mai bis zu dem genannten Tage zwischen 16,9 und 26,2 ° C. bewegt und betrug am 8. Juni 24,4 bis 25,7 ° C.

An diesem Tage zeigte sich auf einem frischen Wurzeltriebe hin und her wandernd eine vollkommen ausgewachsene, sehr große, grünlich gefärbte Reblaus, welche unzweifelhaft der Nodositäten bewohnenden Form, wie sie von V. Fatio [1]) beschrieben ist, angehörte. Da an der Beobachtungsfläche eine Nodosität nicht zu sehen war, so konnte diese Laus nur von einer mehr im Innern des Beobachtungsgefäßes gelegenen und darum nicht sichtbaren Nodosität herstammen. Diese Beobachtung war mir um so überraschender, als ich bis dahin ebenfalls angenommen hatte, daß diese größte und für die Fortbewegung am schlechtesten ausgerüstete aller an der Wurzel vorkommenden Reblausformen ihren Platz in ausgewachsenem Zustand nicht mehr verläßt.[2]) Am 10. Juni fand sich die erwähnte Laus in der Nähe des Platzes, an welchem sie am 8 Juni beobachtet worden war, todt vor. Am 11. Juni zeigten sich an zwei jungen Wurzeltrieben in einer Tiefe von 13,5 cm und 15,5 cm unter der Erdoberfläche zwei in Bildung begriffene Nodositäten. Am folgenden Tage erschienen dieselben deutlich gewachsen. An einer derselben a hatte die betreffende Reblaus ihren Platz verlassen und bewegte sich an der Nodosität hin und her. Außerdem zeigte sich an derselben Wurzel eine junge, hellgelbe, lebhaft sich fortbewegende Reblaus. Ferner wurden an den Enden von fünf jungen Wurzeltrieben Rebläuse neu beobachtet. Am 13. Juni war an Nodosität a von Läusen nichts mehr zu sehen; die Nodosität selbst erschien gebräunt und faul. An der Spitze eines frischen Wurzeltriebes zeigte sich eine junge Reblaus dicht an die Wurzel geschmiegt sitzend. Nach einigen Stunden hatte dieselbe ihren Platz verlassen und erschien nun an derselben Wurzelspitze sich hin und her bewegend, indem sie dabei lebhaft mit den Fühlern umhertastete und von Zeit zu Zeit den vorderen Theil des Körpers in die Höhe hob, so daß es den Eindruck machte, als versuche das Insekt, seine Stechborsten an verschiedenen Stellen in die Wurzel einzubohren, was ihm aber aus nicht ersichtlicher Ursache nicht gelang.

In den folgenden Tagen konnten bemerkenswerthe Veränderungen nicht beobachtet werden. Am 17. Juni jedoch erschienen alle bis dahin gebildeten Nodositäten, bis auf zwei, noch mit Rebläusen besetzte, gebräunt und geschrumpft und von den Läusen verlassen.

[1]) V. Fatio, Formes du Phylloxera vastatrix a Pregny durant la première moitié de l'été. Notice présentée a la société de physique et d'histoire naturelle de Genève, dans la séance du 5 août 1875. p. 56. (Sonderabdruck.)

[2]) Vergl. Fatio a. a. O.

Am 18. Juni hatte sich eine der an den noch vorhandenen Nodositäten befindlichen größeren Rebläuse gehäutet. Sie erschien nun als ein Insekt von sehr heller grünlich-gelber Farbe, welches mit den glashellen Fühlern lebhaft umhertastend sich fortbewegte und nach einiger Zeit hinter der Wurzel verschwand, um später wieder zu erscheinen und sich an der vor der Häutung eingenommenen Stelle der Nodosität festzusetzen. Am nächstfolgenden Tage zeigte dieses Insekt eine erhebliche Zunahme des Körperumfanges und eine schmutzig-grüne Farbe. In den nächsten Tagen nahm der Umfang des Thieres noch zu. Am 22. Juni verließ die inzwischen sehr dick gewordene dunkel schmutzig-grün gefärbte Reblaus wieder ihren Platz, umkreiste nochmals die Wurzel, ging darauf von derselben auf die Glaswand des Beobachtungsgefäßes über und häutete sich daselbst noch einmal. Die endgültige Befreiung von der alten Haut geschah durch ruckweises Ausstrecken und wieder Einziehen der Hinterleibsringe. Unmittelbar nach der Häutung erschien das Insekt wieder hellgelb gefärbt, die Länge desselben betrug nunmehr, bei verhältnißmäßig sehr großer Breite, ca. 0,9 mm. Nach der Häutung trat eine kurze Ruhepause ein, worauf sich die Laus wieder in Bewegung setzte. Nach etwa 2 Stunden fand sie sich wieder an der ursprünglichen Stelle sitzend vor. Am zweitfolgenden Tage war die Laus wieder verschwunden;[1]) an der von ihr innegehabten Stelle fanden sich dagegen zwei Eier, welche nach einigen Tagen wieder verschwunden waren, ohne daß ein Auskriechen der jungen Rebläuse hatte beobachtet werden können. Die Zimmertemperatur schwankte vom 18. bis 24. Juni zwischen 20 und 23° C.

Nach den obigen Beobachtungen lag demnach ein Zeitraum von zwischen 4 und 5 Tagen[2]) zwischen der vorletzten und letzten Häutung dieses Exemplars der Nodositäten-bewohnenden Form der Reblaus und ein Zeitraum von höchstens anderthalb Tagen, wahrscheinlich aber eine viel kürzere Zeit, — am 23. Juni war die Beobachtung ausgesetzt worden — zwischen der letzten Häutung und dem Beginne der Eierablage.

Anmerkung. Am 7. Juni wurde in einer Tiefe von 16,5 cm unter der Bodenoberfläche eine eierlegende Lipura fimetaria beobachtet. Das Eierlegen selbst geschah auf folgende Weise: Das Thierchen saß zuerst mit auffallend stark eingezogenen Hinterleibsringen — wodurch der Hinterleib ungewöhnlich kurz und dick erschien — regungslos da. Plötzlich wurde der Hinterleib lang gestreckt und das Thierchen führte nun lebhaft schwingende Bewegungen mit demselben nach den Seiten hin aus, worauf in wenigen Sekunden ein Ei erschien. Während der kurzen Zeit, in welcher diese Beobachtung notirt wurde, war bereits ein weiteres Ei abgelegt worden. Nun erschien der Hinterleib wieder zusammengezogen und das Thierchen saß in eigenthümlich kauernder Stellung unbeweglich da, worauf plötzlich wieder eine Streckung des Hinterleibes, verbunden mit lebhaft schwingenden Bewegungen erfolgte und jetzt konnte das sehr schnell stattfindende Austreten des Eies aus dem Körper beobachtet werden. Während des Herausgepreßtwerdens aus dem Körper zeigte das Ei eine längliche Gestalt, welche aber sofort nach vollzogenem Austritt in vollkommene Kugelgestalt überging. Nach Verlauf von etwa einer Stunde hatte die Lipura auf die beschriebene Weise in einem von dem Boden gebildeten Hohlraume ein Häufchen von 7 durchscheinend weißen, kugelrunden Eiern gelegt, worauf sie den Platz verließ, um ganz in der Nähe wieder ruhig sitzen zu bleiben. Am anderen Tage war die Lipura verschwunden. Leider konnte ein Ausschlüpfen junger Lipuren aus den Eiern nicht beobachtet werden. Letztere verschwanden allmälig, so daß am 19. Juni keines derselben mehr zu beobachten war.

---

[1]) Nach Keßler: Weitere Beobachtungen 2c. über die Reblaus, S. 30, sollen die älteren, zeugungsfähigen Rebläuse unter allen Umständen an dem einmal gewählten Orte bleiben, weil sie nicht im Stande sein sollen, den „Schnabel“ wieder aus dem Gewebe zurückzuziehen.

[2]) Diese Beobachtung stimmt überein mit der Angabe von Cornu (Études sur le phylloxera. p. 119), daß zwischen den einzelnen Häutungen ein Zeitraum von durchschnittlich ungefähr fünf Tagen liegt.

Am 22. Juni wurde die erste, noch im frühen Entwickelungszustande befindliche Nymphe beobachtet: Dieselbe war als solche an den verlängerten Endgliedern der Fühler, sowie an den seitlich bereits merkbar angedeuteten Flügelscheiden zu erkennen.

Vom 25. Juni bis zum 27. Juni erschienen und verschwanden wieder mehrere junge Rebläuse, welche an verschiedenen frischen Wurzeltrieben auftraten.

Am 28. Juni wurde unter mehreren anderen jungen Rebläusen eine beobachtet, welche durch ihre Gestalt, sowie durch die Länge des Endgliedes der Fühler deutlich als Nymphe charakterisirt war. Wandernde junge Rebläuse wurden nicht nur an den Wurzeln der Reben selbst, sondern auch in den Hohlräumen des Bodens und an der Glaswand des Beobachtungsgefäßes gefunden. Zu bemerken ist noch, daß nicht selten von Rebläusen befallene Spitzen frischer Wurzeltriebe, sowie auch mehr oder weniger ausgebildete Nodositäten nach einigen Tagen zu faulen begannen und dann regelmäßig von den daran befindlichen Rebläusen verlassen wurden.

Am 4. Juli waren die bis dahin beobachteten Rebläuse größtentheils wieder verschwunden.

Nach einer bis zum 6. August 1889 stattgehabten Unterbrechung, wurden die Beobachtungen am genannten Tage wieder aufgenommen. Dabei ergab sich zunächst, daß die jüngeren Wurzeltriebe, soweit dieselben an der Beobachtungsfläche lagen, fast alle faul und geschrumpft erschienen; die oberirdischen Theile der Rebe zeigten merkbare Krankheitserscheinungen nicht. Von Rebläusen war nichts zu sehen, und erst am 8. August wurden an einem dünnen Würzelchen eine große, scheinbar ausgewachsene Reblaus, welche nur durch Wanderung aus dem Innern des Beobachtungsgefäßes dahin gelangt sein konnte, beobachtet. Am nächsten Tage war diese Laus wieder verschwunden, dagegen fanden sich in der untersten Abtheilung des Beobachtungsgefäßes an mehreren Stellen zahlreiche Rebläuse, sowie deren Eier. An einer Stelle zeigten sich zwischen den Läusen einige Exemplare von Lipura fimetaria.

Am 10. August (Zimmertemperatur 19,4 bis 20,6 C.) erschienen an einer Nodosität im untersten Theile des Beobachtungsgefäßes zwei schon weit entwickelte Nymphen. An einer anderen Nodosität fand sich eine ausgewachsene, sehr dicke Reblaus, durch deren Körper man deutlich drei Eier hindurchschimmern sah. Eine weiße, nicht näher bestimmte Milbe sah man an diese Laus gelangen, dieselbe lebhaft betasten und sie darauf sehr bald wieder verlassen. Am 11. August war die eine der oben erwähnten Nymphen von der betreffenden Nodosität verschwunden; dagegen fand sich in 7 cm senkrechter Höhe über der letzteren im Boden eine geflügelte Phylloxera, mit bereits glashellen Flügeln.[1]) Am nächsten Tage war dieses geflügelte Insekt verschwunden. Ueber der Erde konnten geflügelte Rebläuse nicht gefunden werden — Am 13. August zeigten sich an derselben schon erwähnten Nodosität wieder zwei Nymphen, von welchen die eine Beine und Fühler lebhaft bewegte. An derselben Nodosität fanden sich eine wandernde, ausgewachsene, die Nodosität soeben wieder verlassende Reblaus, sowie ein wahrscheinlich von dieser Laus frisch gelegtes Ei. Außerdem wurden an verschiedenen Stellen im Boden mehrere sehr große, offenbar vollkommen ausgewachsene Rebläuse (nicht Nymphen)

[1]) Unmittelbar nach dem Ausschlüpfen erscheinen die Flügel noch mehr oder weniger zusammengefaltet und milchglasartig, durchscheinend weiß gefärbt.

in Wanderung befindlich beobachtet. Am Nachmittag desselben Tages waren die oben erwähnten Nymphen von der betreffenden Nodosität wieder verschwunden. — Am 14. August sah man, bei einer Zimmertemperatur von 18,7° C, innerhalb des Bodens an der Glasscheibe des Beobachtungsgefäßes entlang eine ausgewachsene Nymphe lebhaft in die Höhe nach der Bodenoberfläche hin wandern. — Am 15. August zeigten sich im untersten Theile des Beobachtungsgefäßes eine ausgewachsene Nymphe und an der Glaswand an zwei verschiedenen Stellen einige ausgewachsene, in Wanderung befindliche Rebläuse (nicht Nymphen). Einige Stunden später fanden sich in der Tiefe des Bodens an verschiedenen Stellen vier ausgewachsene Nymphen, welche sich, ohne eine bestimmte Richtung einzuhalten, hin und her bewegten.

An einer anderen Stelle im Boden wurde eine todte geflügelte Reblaus beobachtet, deren Flügel verbogen und deren Hinterleib lang ausgereckt erschienen. Unter diesem Insekt befanden sich drei hellgelbe, glänzende Eier. Am Nachmittag waren sämmtliche Nymphen verschwunden, bis auf eine, welche gerade im Begriffe war ebenfalls in den Erdboden weiter hineinzuwandern. Dagegen fand sich in etwa 10 cm Tiefe unter der Erdoberfläche wieder eine neue geflügelte Phylloxera, welche bis zum Morgen des 17. August an derselben Stelle verblieb. Die Zimmertemperatur schwankte am 16. August zwischen 17,0 und 17,5° C. und betrug am 17. August 17,5 bis 19,4° C. — Am letztgenannten Tage wurde die zuletzt erwähnte geflügelte Reblaus beobachtet, wie sie in unmittelbarer Nähe ihres alten Aufenthaltsortes sich hin und her bewegte. An dem einen Vorderflügel konnte ein starker Riß bemerkt werden. Ungefähr 2½ cm von diesem Insekt entfernt fand sich noch eine zweite geflügelte Reblaus dicht an der Glaswand mit ausgereckten Flügeln unbeweglich haftend. Weiter fand sich in der Tiefe von 28,5 cm im Boden ruhig sitzend ein kürzlich erst ausgeschlüpftes geflügeltes Insekt, wie aus der helleren Färbung des Körpers, sowie den noch milchglasweißen Flügeln hervorging. Wenige Stunden später wurde auch in etwa 10 cm Tiefe unter der Erdoberfläche eine eben erst der Nymphenhaut entschlüpfte, geflügelte Reblaus beobachtet. Der Brustkorb erschien noch hell gefärbt und die an den Seiten noch zusammengeknäulten Flügel zeigten eine weißliche Färbung. Durch wiederholtes Streichen mit den Beinen wurden die Flügel allmälig auseinander und über den Rücken nach hinten zu ausgebreitet. Nach drei Stunden waren alle geflügelten Rebläuse, bis auf eine, wieder verschwunden.

Am 19. August wurde im Boden eine bereits abgestorbene geflügelte Reblaus gefunden, bei welcher dicht am Hinterleibe ein Ei lag. Letzteres erschien fast durchsichtig hell in seinem oberen, weißlich gelb in seinem unteren Theile und war kleiner und breiter als die gewöhnlichen Eier. Leider konnte die Weiterentwickelung dieses Eies nicht beobachtet werden, da es schon am zweitfolgenden Tage aus unbekannter Ursache zu Grunde gegangen war. Das Gleiche war bei einem zweiten, ebenfalls von einer geflügelten Reblaus an demselben Tage gelegten Ei der Fall. Das geflügelte Mutterthier befand sich in einem von der Erde gebildeten, von einzelnen Wurzeln durchzogenen Hohlraum.

Es haftete mit den ausgebreiteten und verbogenen Flügeln dergestalt an einer Wurzel, daß der Leib frei in der Luft hing. Der Körper des Thierchens führte heftige,

krampfhafte Bewegungen aus, indem die Hinterleibsringe bald zusammengezogen, bald gestreckt wurden, oder ein Hin- und Herwinden des Körpers stattfand, wobei zeitweise Tröpfchen einer hellen, gelblichen Flüssigkeit am Ende des Hinterleibes austraten. Auch die Beine wurden lebhaft, offenbar nach einem Halt suchend, jedoch vergeblich hin und her bewegt.

Bemerkt zu werden verdient, daß die unter der Erdoberfläche in der Tiefe von 28,5 cm am 17. August beobachtete geflügelte Reblaus am 19. August noch nahezu an derselben Stelle saß und nur ein wenig ihre Lage geändert hatte. Die Flügel erschienen in Unordnung gerathen. Die Tagestemperatur betrug zwischen 19,4° und 20,0° C. — Am 20. August erschienen die Tags zuvor beobachteten geflügelten Rebläuse abgestorben; das in der Tiefe von 28,5 cm beobachtete geflügelte Insekt war verschwunden. Am 21. August wurde in dem Boden noch eine weitere geflügelte Phylloxera gefunden. Dieselbe hing am folgenden Tage mit verbogenen Flügeln an der Glasscheibe, bewegte aber noch lebhaft Beine, Fühler und Hinterleib; am 24. August war das Insekt abgestorben, und es war nun weder in noch über dem Erdboden etwas Bemerkenswerthes zu sehen.

Bis zum 9. Oktober hatte die Rebe alle Blätter bis auf eins verloren. Die Rebe wurde nun vorsichtig aus dem Boden genommen, wobei sich ergab, daß die Wurzeln noch zwei Nodositäten trugen; Rebläuse wurden jedoch nicht beobachtet. Die Rebe wurde darauf wieder eingepflanzt.

Im Frühjahr 1890 trieb diese Rebe nur sehr kümmerlich wieder aus, und die Triebe und Blätter blieben kurz und klein. Die Rebe wurde am 16. Juni 1890 wieder aus der Erde genommen, wobei die Wurzeln an ihren Enden sich sämmtlich als faul erwiesen. Frische Wurzeltriebe zeigten sich nur ganz vereinzelt; an einem derselben befand sich eine Nodosität mit einer ziemlich großen Reblaus, und eine kleinere Reblaus wurde an einer aufgetriebenen älteren Wurzel bemerkt. Sonst war von Insekten irgend einer Art nichts zu finden, bemerkenswerth war die weit vorgeschrittene Zerstörung der meisten Wurzeln. Die Rebe wurde wieder eingepflanzt, ging aber darauf bald gänzlich zu Grunde.

Aus dem Zustande, der durch das Faulen der Tuberositäten und Nodositäten zerstörten Wurzeln ging zweifellos hervor, daß dieses Zurückgehen und schließliche Absterben der Rebe auf den Einfluß der Reblaus zurückzuführen waren. Es hat demnach die Reblaus unter den oben beschriebenen Verhältnissen vermocht, die Rebe in rund zwei Jahren zu Grunde zu richten.[1])

[1]) In seiner Schrift: „Weitere Beobachtungen und Untersuchungen über die Reblaus". Cassel 1888, schreibt Keßler u. A. S. 32. „. . . . . . bei der Reblaus aber ist wegen der Lage der Wurzeln in der Erde jeder Versuch, den Anfang einer Infektion beobachten zu wollen, unmöglich. Erst nach Jahren kann man aus dem veränderten Aussehen der über dem Boden befindlichen Pflanzentheile auf ein Kranksein schließen und die Reblaus als Ursache dazu erkennen, wenn man die Wurzeln bloßlegt. Trotzdem liest man in Schriften, daß schon im dritten Jahre der infizirte Weinstock absterbe, (Blankenhorn und Moritz, Die Wurzellaus des Weinstocks, p. 12. Heidelberg 1875), was doch eine Beobachtung des Anfangs der Ansteckung voraussetzt." Keßler übersieht hier, daß es auch auf anderem, als dem direkten Wege möglich ist, das Alter einer Infektion hinreichend sicher zu bestimmen, wofür die in der Tabelle II zu Kap. IV unter b angeführten Mittheilungen ein treffendes Beispiel liefern. Hier starben Reben, welche in ein zur Zeit der Anpflanzung derselben bereits verseuchtes, aber noch nicht als solches erkanntes Gebiet neu gesetzt worden waren, im zweiten oder dritten Jahre nach ihrer Anpflanzung ab.

Versuch B. Vegetationsgefäß älterer Konstruktion. Rebensorte: Dr. Schmidtmann's Zuckertraube (Topfrebe). In das Vegetationsgefäß gepflanzt und infizirt am 16. August 1888. — Bis zum 23. August 1888 konnte Bemerkenswerthes nicht beobachtet werden. An dem genannten Tage erschienen in einer Tiefe von ca. 6 cm unter der Bodenoberfläche zwei wandernde Nymphen, welche nach kurzer Zeit wieder in der Erde verschwanden. Ferner zeigten sich zwei geflügelte Rebläuse, welche offenbar erst frisch ausgeschlüpft waren, da ihre Flügel noch ganz milchglasweiß und noch nicht normal gelegt erschienen. Das eine dieser Insekten befand sich in 1 cm Tiefe unter der Erdoberfläche und hatte den Kopf nach oben zu gerichtet; das andere saß in 3 cm Tiefe unter der Erdoberfläche mit dem Kopfe nach unten gerichtet. Bei der Beobachtung nach ca. 1½ Stunden lagen die Flügel bei beiden Exemplaren normal über dem Rücken und waren glashell. Nach weiteren zwei Stunden saßen diese beiden Thierchen noch an der ursprünglichen Stelle, nur hatte sich das tiefer sitzende Insekt inzwischen umgedreht, so daß es nun mit dem Kopfe nach oben zur Erdoberfläche hin gerichtet war. An der Erdoberfläche, sowie an den oberirdischen Theilen der Rebe konnten geflügelte Rebläuse nicht beobachtet werden.

Die oben erwähnten beiden geflügelten Rebläuse saßen am Morgen des 25. August noch an denselben Stellen, wie am 23. d. Mts. Am Nachmittage des 25. August waren diese beiden Insekten verschwunden, ohne daß jedoch über der Erde eine geflügelte Phylloxera hätte gefunden werden können. — In verschiedener Tiefe in der Erde zeigten sich zwei junge Rebläuse, von welchen die obere, an der Innenseite der Glaswandung still sitzende, nur unmittelbar durch die Erde, ohne Vermittlung von Wurzeln an den betreffenden Platz gelangt sein konnte. Die weiter unten befindliche Laus bewegte sich, lebhaft mit den Fühlern umhertastend, in den von der Erde gebildeten Hohlräumen fort. Am 27. August war von Rebläusen nichts mehr zu sehen, dagegen fand sich ungefähr in der Mitte der Glaswandung ein Reblausei. Letzteres konnte an seinen Platz nur dadurch gelangt sein, daß eine erwachsene und zum Eierlegen bereits befähigte Laus ihren ursprünglichen Platz an irgend einer Wurzel verlassen und sich auf die Wanderschaft begeben hatte, wobei unterwegs hier und da ein Ei abgelegt wurde. Auf diese Erscheinung werde ich später noch zurückkommen. — Bis zum 5. September war das oben erwähnte Ei an der Glaswand aus unbekannter Ursache zu Grunde gegangen: im Uebrigen konnte Bemerkenswerthes nicht beobachtet werden. Um 12½ Mittags des genannten Tages zeigte sich, daß eine an einer älteren Wurzel befindliche ausgewachsene Reblaus ein hellgelbes Ei gelegt hatte. Am anderen Morgen um 8 Uhr wurden 3 weitere Eier beobachtet, so daß demnach in rund 20 Stunden 4 Eier hervorgebracht worden waren. Bis um 2½ Uhr Nachmittags hatte die Mutterlaus (m.) keine weiteren Eier gelegt, dagegen fanden sich am nächsten Tage (7. September) um 8 Uhr Morgens 3 neue Eier vor, so daß nun die Gesammtzahl der Eier auf 7 gestiegen war. Die 4 älteren Eier erschienen bereits dunkelgelb, die 3 jüngeren Eier dagegen noch hellgelb gefärbt. Um 1 Uhr Nachmittags war die Zahl der Eier auf 8 gestiegen und am 8. September wurden um 8 Uhr Morgens im Ganzen 12 Eier beobachtet, so daß im Durchschnitt die Zahl der täglich gelegten Eier 4 betrug.

Am 10. September konnten die, den Körper der Mutterlaus (m) in dichtem Haufen

zur Hälfte bedeckenden Eier nicht mehr mit Sicherheit gezählt werden. Es zeigte sich, daß die dunkelgefärbten, also älteren Eier, die oberen Theile, die hellgelbgefärbten, also jüngsten Eier, die unteren Theile des Eierhäufchens bildeten. Demnach sind die zuerst gelegten Eier durch die später nachfolgenden in die Höhe gehoben und damit freier gelegt worden. Es erscheint dieser Umstand nicht ohne Bedeutung für die Entwicklung der Reblausbrut, wenn man bedenkt, welche Schwierigkeiten es einer eben aus dem Ei geschlüpften Reblaus bereiten müßte, sich einen Weg unter dem Drucke der zahlreichen über ihr liegenden Eier ins Freie zu bahnen, wenn sie unterhalb der letzteren zur Welt kommen würde.

Am 11. September 1888, Mittags 12 Uhr, wurde eine junge Reblaus beobachtet, als sie im Begriffe war sich an einer federkieldicken Wurzel festzusetzen. Dieses Insekt, welches allmälig eine dunkelbraune Färbung angenommen hatte, veränderte bis zum 29. Oktober weder seinen Platz, noch machte es eine Häutung durch; an dem genannten Tage jedoch war es aus nicht erkennbarer Ursache verschwunden.

Am 13. September hatte die oben erwähnte Mutterlaus m ihre in Fig. 3 angegebene Lage in der Weise gewechselt, wie es Fig. 4 angiebt, und in dieser Lage 4 Eier gelegt. Darauf trat wieder eine Aenderung der Lage in der von Fig. 5 angedeuteten Weise ein. Am 14. September gegen Mittag war die Laus m von ihrem Platze verschwunden und hatte ihre Eier in zwei getrennten Häufchen zurückgelassen. (Fig. 6.)

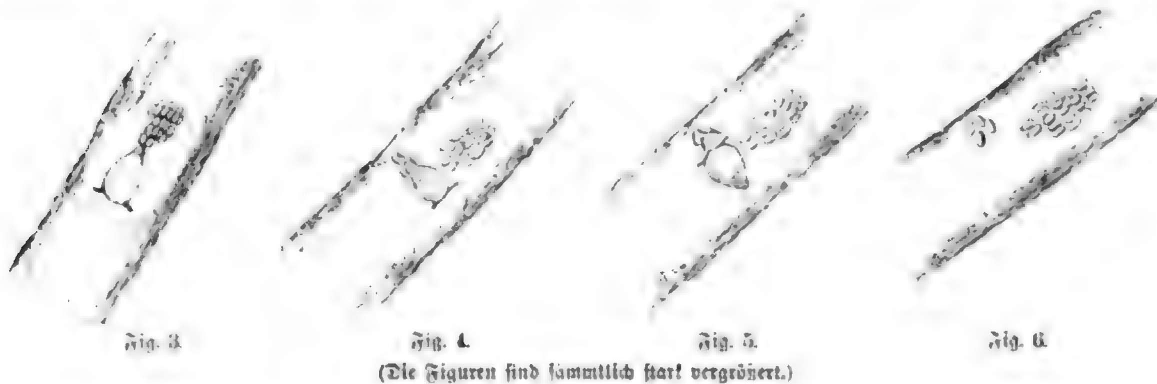


Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6
(Die Figuren sind sämmtlich stark vergrößert.)

An demselben Tage wurde an der Glaswand des Beobachtungsgefäßes ein einzelnes, frisch gelegtes Ei (E) beobachtet. Nicht weit davon zeigte sich an einer sehr dünnen Wurzel, in lebhafter Wanderung begriffen, eine ca. 1 mm große und sehr dicke Reblaus (M), durch deren Körper man mit der Lupe deutlich mehrere Eier hindurchschimmern sah. Das sich lebhaft fortbewegende Insekt war bald den Blicken entschwunden.

Nach etwa drei Stunden wurde in der Nähe der oben erwähnten Eierhäufchen wieder eine große und dicke, sich hin und her bewegende Reblaus, vielleicht Laus m, wieder angetroffen. Weiter aber fand sich auch in einer Entfernung von 36 mm von dem einzeln abgelegten Ei (E) entfernt eine ausgewachsene große Reblaus — vielleicht Laus M, — welche gerade noch in dem Augenblicke beobachtet wurde, als sie ein Ei auf der inneren Fläche der Glaswand des Beobachtungsgefäßes absetzte. Unmittelbar darauf wanderte sie wieder weiter, zuerst an der Glaswand entlang, dann auf eine Wurzel übergehend und zwar in 10 Minuten eine Entfernung von 10 mm zurücklegend.

Nach kurzer Zeit hatte sich das Insekt der Beobachtung wieder entzogen. In den nächsten Tagen erschienen noch ein paar mal sich hin und her bewegende und bald wieder der Beobachtung sich entziehende alte Mutterläuse.

Die durch die Mutterlaus m gelegten Eier wurden zum größten Theil durch einen Schimmelpilz zerstört.

Am 25. September 1888 konnte zum letzten Mal das Aufbrechen eines dieser Eier beobachtet werden. Das junge, leuchtend gelb gefärbte, eben dem Ei entschlüpfte Thierchen streckte nach wenigen Minuten die anfänglich zurückgelegten Fühler aus und begab sich dann sogleich auf die Wanderschaft, so daß es nach wenigen Augenblicken hinter der Wurzel verschwunden war. — Am 28. September, Zimmertemperatur 14,1° C., war das noch am 27. September zu beobachtende Ei E vom 14. September verschwunden, dagegen fand sich 18 mm entfernt von der Stelle, wo Ei E sich befunden hatte, eine ihrem Aussehen nach kürzlich aus dem Ei geschlüpfte junge Reblaus R, welche sich an einer Wundstelle einer dünneren älteren Wurzel angesetzt hatte. Es kann einem Zweifel kaum unterliegen, daß die Reblaus R dem am 14. September gelegten Ei E entstammte. Somit hätte die Frist zwischen der Ablage und dem Aufbrechen des Letzteren 14 bis 15 Tage betragen. Die Temperatur hatte sich meist zwischen 13,7 und 16,2° C. bewegt, war aber an einzelnen Tagen bis 17,5 und 18,1° C. gestiegen. — Ebenfalls am 28. September wurden an einer Wurzel zwei gelbe Reblauseier beobachtet, an welchen eine Lipura fimetaria sich lebhaft zu schaffen machte. Das eine dieser Eier wurde dadurch mehrmals hin und her bewegt und dabei längs der Wurzel bis fast unmittelbar an die Glaswand des Gefäßes herangezogen. Das nach kurzer Zeit von der Lipura wieder verlassene Ei zeigte nun an zwei Stellen, an welchen es angegriffen worden war, kleine, bräunliche Flecken, die, soweit dies mit der Lupe erkennbar war von ausgetretenen Flüssigkeitströpfchen herrührten.

Bis zum 5. November 1888, an welchem Tage die Rebe alle Blätter, bis auf die obersten, verloren hatte, war nichts Bemerkenswerthes zu beobachten. Die am 28. September dem Ei E entschlüpfte Laus R hatte eine ziemlich dunkelbraune Färbung angenommen und saß im Uebrigen unverändert an ihrem Platze. Am 28. November zeigte die Rebe keine Blätter mehr. Das Zimmer, in welchem die Reben standen, wurde nicht geheizt. Nur einmal, als die Temperatur am 13. Februar 1889 auf + 1,6° C. gefallen war, wurde die Temperatur durch schwaches Heizen vorübergehend wieder auf 8,1° C. erhöht. Am nächsten Tage betrug sie wieder 3,1° C.

Am 20. April 1889 hatte die Zimmertemperatur wieder durchschnittlich 12,5° C. erreicht und stieg von da an langsam. Die immer noch regungslos an ihrem ursprünglichen Platze sich befindende Reblaus (R) zeigte eine stark runzelig gefaltete Haut und erschien schmutzig braungelb gefärbt. — Am 2. Mai, bei einer Temperatur von 17 bis 19° C. wurde beobachtet, daß die Laus stark angeschwollen war,[1]) so daß die Haut nunmehr die runzelige Faltung nicht zeigte. Bis zum 6. Mai trat eine merkbare Veränderung nicht ein. An diesem Tage um 3 Uhr Nachmittags saß die Laus an

[1]) „Un gonflement special des Phylloxéras précède leur réveil et permet de le prévoir plusieurs jours d'avance" . . . Cornu, a. a. O. p. 307.

ihrem alten Platze mit gespreizten Beinen und bewegte die letzteren, sowie die Fühler auf- und abwärts, ohne von der Stelle zu gehen. Dabei wurde der Hinterleib abwechselnd auf- und abwärts bewegt, wobei die Hinterleibsringe stark zusammengezogen wurden, so daß die Laus hinten abgestumpft erschien. Um 3 h 31' riß die Haut vorn am Kopfe entzwei, und es trat, zunächst als ganz kleiner hellgelber Fleck, der darunter liegende neue Scheitel zu Tage (a Fig. 7). Um 3 h 40' 30" hatte das Insekt die alte, nur noch dem Hinterleib etwas anhängende Hülle vollständig verlassen. Der Akt der Häutung selbst, dessen Dauer genau beobachtet werden konnte, hatte demnach 9' 30" gedauert

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Die obigen Figuren mögen in schematischer Weise die einzelnen, zur Beobachtung gelangten Stadien der Häutung veranschaulichen. — Nachdem die Häutung soweit vollendet war, daß die alte Haut nur noch lose am Ende des Hinterleibes hing (a Fig. 11), begann die Laus in lebhafter Weise ihre Beine zu bewegen, ohne daß zunächst eine Ortsveränderung damit verbunden war. Das Insekt versuchte sich vermittelst des hintersten Beinpaares von der noch am Hinterleibe hängenden alten Körperhaut vollständig zu befreien; sobald das gelungen war begann es sich fortzubewegen. Die unmittelbar nach der Häutung leuchtend hellgelbe Farbe ging bald in ein dunkleres Gelb über. Es verdient noch erwähnt zu werden, daß die geschilderte Abstreifung der Winterhülle zusammenfiel mit der an demselben Tage erfolgten Entfaltung der ersten beiden Blättchen der Versuchsrebe nach der durch den Winter bedingten Vegetationsruhe derselben. Die Temperatur des Zimmers schwankte an diesem Tage zwischen 18,1 und 20,0° C.

Es dürfte von Interesse sein, die obigen Beobachtungen mit den Bemerkungen zu vergleichen, welche Cornu[1]) bezüglich des Erwachens der Phylloxera vast. aus der Winterruhe macht. Mit Bezug auf diese Verhältnisse schreibt der genannte Verfasser u. A.: „Une élévation de température les fait sortir, par une mue, de leur arrêt de développement, qui n'est pas dû à l'état des racines. Le réveil des insectes n'est pas directement lié à celui de la végélation: il ce produira plus tôt dans les terrains faciles à réchauffer que dans les sols plus froids.“ . . . . „Il (le réveil) a lieu quand la température du sol s'élève au-dessus de 10°“. . . . Auch diese Angaben Cornu's stimmen im Wesentlichen mit den besprochenen Beobachtungen überein und dürften nur in Betreff der Temperaturangaben dahin zu ergänzen sein, daß der Eintritt der Winterruhe auch schon und das Erwachen aus derselben erst bei einer höheren Temperatur als 10° C. erfolgen kann.

---

[1]) A. a. O. p. 307.

Besonders beachtenswerth dürfte bei den vorstehend beschriebenen Beobachtungen der Umstand erscheinen, daß der Stillstand in der Entwickelung der überwinternden Reblaus bereits ungefähr anderthalb Monate vor Eintritt der Vegetationsruhe bei der Rebe sich zeigte und daß die Gesammtdauer der Entwickelungshemmung bei der Reblaus in diesem Falle über sieben Monate betrug.

Von großem Interesse war es, daß die Entwickelung der überwinterten Reblaus R bis zur Eierablage ununterbrochen weiter verfolgt werden konnte. Dabei ergab sich Folgendes: Nachdem die Reblaus R ihre Winterhülle, wie oben beschrieben, endgültig abgestreift hatte, verließ sie zunächst ihren bisherigen Platz. Nach einiger Zeit kehrte sie jedoch wieder an denselben zurück und setzte sich nun unmittelbar neben demselben fest. Während des 7., 8., 9. und 10. Mai (1889) konnte nichts Bemerkenswerthes beobachtet werden. Am 11. Mai dagegen fand Mittags eine Häutung von Reblaus R statt, und nun erschien sie wieder hellgelb gefärbt, tastete lebhaft mit den Fühlern hin und her und bewegte die Beine auf und nieder, ohne dabei jedoch von der Stelle zu gehen. Nach einigen Stunden wurde sie etwas seitlich von ihrem alten Platze vorgefunden. Die Zimmertemperatur bewegte sich vom 7. bis zum 11. Mai zwischen 16,9° C. und 20,3° C. — Da die erste Häutung am 6. Mai Nachmittags und die zweite Häutung am 11. Mai Mittags stattgefunden hatte, so lag zwischen der ersten und zweiten Häutung ein Zeitraum von rund 5 Tagen.[1]) — Während des 12., 13., 14. und 15. Mai konnte nichts Erwähnenswerthes beobachtet werden. Auch während des 16., 17., 18. und 19. fand eine bemerkenswerthe Veränderung nicht statt. Am 20. Mai hatte sich dagegen die Laus bereits in der Frühe wieder gehäutet und zwischen 9 und 11 Uhr Morgens das erste Ei gelegt; somit lag zwischen der zweiten und dritten Häutung[2]) ein Zeitraum von nicht ganz 9 Tagen, und es waren von dem Erwachen aus der Winterruhe bis zur Ablage des ersten Eies 14 Tage verstrichen. Die Zimmertemperatur hatte vom 12. bis 20. Mai zwischen 18,2° C. und 20,90° C. betragen.

Die Reblaus R hatte bis zum 22. Mai eine bräunliche Farbe angenommen, aber auffallender Weise, außer dem einen, kein weiteres Ei gelegt, trotzdem man schon am 20. Mai nach erfolgter Ablage des einen Eies noch zwei Eier durch den Körper des Thieres hindurchschimmern zu sehen glaubte. Am Nachmittag des 22. Mai hatte Laus R ihren Platz verlassen und war verschwunden. Am anderen Tage fand sich in der Nähe der Stelle, wo Laus R gesessen, eine ausgewachsene bräunliche Reblaus (ob Laus R?) an der Glaswand des Beobachtungsgefäßes wandernd vor. Durch eine nicht näher zu ermittelnde Ursache wurde sie an einer Stelle am Vorwärts-

[1]) Nach J. Carrière beträgt die Dauer zwischen den einzelnen Häutungen je nach der Temperatur 3—5 Tage und die vollkommene Entwickelung eines Individuums vom Verlassen des Eies bis zur Eiablage 12—20 Tage. (Biolog. Centralbl. 1888. Nr. 24. S. 740.)

[2]) „Les mues de l'insecte aptère sont au nombre de trois" Cornu, Études sur le phylloxera vastatrix. p. 114. Vergl. auch Valéry-Mayet, Les insectes de la vigne. p. 78. u. A.
Nach Keßler, Weitere Beobachtungen und Untersuchungen über die Reblaus, S. 11, häutet sich die Reblaus viermal. — Eine vierte Häutung konnte in dem vorliegenden Falle von dem Verf. nicht beobachtet werden, doch ist es immerhin auffallend, daß der zwischen der zweiten und dritten Häutung befindliche Zeitraum nahezu doppelt so groß ist, wie der zwischen der ersten und zweiten Häutung beobachtete.

schreiten gehindert. Sie machte nun lebhafte Bewegungen mit den Beinen, als ob sie ein Hinderniß überwinden wollte, und fiel dabei plötzlich von der Glaswand in einen vom Erdboden gebildeten Hohlraum, wodurch sie den Blicken entzogen wurde. — Am 24. Mai zeigte sich Morgens an der ursprünglichen Stelle, an welcher Laus R gesessen, wieder eine große dunkelbräunliche Reblaus, welche nach zwei Stunden wieder verschwunden war und nun auch verschwunden blieb.

Das von der Reblaus R am 20. Mai gelegte Ei wurde am 21. Mai von einer Lipura fimetaria angegriffen. Letztere verließ das Ei mehrmals, kehrte aber immer wieder zu demselben zurück. Am 22. Mai hatte das Ei seine ursprüngliche Gestalt verloren und am 23. Mai war nur noch ein kaum erkennbarer, gestaltloser Rest vorhanden, von welchem sich eine Lipura fimetaria gerade in dem Augenblicke entfernte, als die Beobachtung begann.

Am 24. Mai wurden zwei weitere junge Rebläuse beobachtet, welche sich an einem und demselben frischen Wurzeltriebe unmittelbar hinter dessen Spitze festgesetzt und bis zum 27. Mai eine deutliche Nodosität gebildet hatten. Das eine dieser Insekten, deren Häutungen leider nicht mit Sicherheit verfolgt werden konnten, begann am 4. Juni Eier zu legen. Es konnten innerhalb der ersten 24 Stunden 6 und innerhalb der zweiten 24 Stunden 5 Eier, innerhalb zwei Tagen also im Ganzen 11 Eier gezählt werden. Die Zimmertemperatur betrug an diesen zwei Tagen 23,9 bis 26,2 C. — Der weitere Verlauf der Eierablage ließ sich nicht mehr deutlich erkennen. Auffallender Weise nahm die Zahl der Eier vom 8. Juni an so stark ab, daß am 9. Juni nur noch fünf und am 10. Juni gar keine Eier mehr zu sehen waren. Während dieser Zeit konnten öfter Exemplare von Lipura fimetaria in unmittelbarer Nähe beziehungsweise an den Eiern selbst beobachtet werden.

Vom 11. Juni an konnten weder Rebläuse, noch deren Eier mehr beobachtet werden, und um die Mitte des September hatte die Rebe bereits sämmtliche Blätter verloren. Im nächsten Frühjahr trieb die Rebe nicht wieder aus. Am 13. Juni 1890 wurde die abgestorbene Rebe aus dem Boden genommen; dabei konnte an den Wurzeln eine lebende Reblaus nicht gefunden werden, dagegen zeigte sich ein Exemplar einer Lipura fimetaria.

Versuch C. Vegetationsgefäß neuerer Konstruktion. Rebensorte: Früher Leipziger (Topfrebe). In das Vegetationsgefäß in mit vielen Steinchen durchsetzten Lehmboden gepflanzt am 14. August 1889 und durch Eingraben einer mit Rebläusen behafteten Wurzel von Versuch A infizirt.

Bei diesem Versuch erscheint es bemerkenswerth, daß während des ganzen Jahres weder Nymphen, noch geflügelte Rebläuse beobachtet werden konnten. Auch war es eine auffallende Erscheinung, daß vom 1. bis zum 19. September 1889 weder Rebläuse, noch Nodositäten an den Wurzeln zu sehen waren. Endlich verdient Erwähnung, daß von 23 am 16. Oktober 1889 beobachteten Reblauseiern die letzten zwei erst am 26. November, also nach rund 6 Wochen, zum Ausbrechen kamen.

Die Temperatur betrug am 16. Oktober noch 16,5° C., sank aber schon am 17. Oktober auf 13,6° C., am 18. Oktober auf 13,1° C., am 20. Oktober auf 11,7° C., am 21. Oktober auf 10,7° C. und betrug vom 22. Oktober bis 26. November im Mittel 10,7° C.

Am 26. November, an welchem Tage die beiden letzten Eier ausgingen, betrug die Zimmertemperatur nur 4,4° C.

Faßt man die Resultate der unter Ia und Ib mitgetheilten Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1. Die Reblaus ist im Stande, von der Bodenoberfläche her in den Erdboden einzudringen und auf diese Weise eine Infektion zu veranlassen.

2. Die Reblaus vermag sich an älteren Wurzeln festzusetzen, auch wenn dieselben vorher weder Tuberositäten, noch andere krankhafte Erscheinungen zeigen.

3. Die Reblaus verläßt, und zwar sowohl als junges, wie als ausgewachsenes bereits Eier legendes Insekt, nicht selten den Ort ihrer ursprünglichen Ansiedlung; dies findet auch in solchen Fällen statt, in welchen eine äußere Veranlassung dazu nicht erkennbar ist.

4. Die Reblaus benutzt bei ihren Wanderungen[1]) in der Erde nicht nur die von den Wurzeln gebildeten Wege, sondern verläßt dieselben oft freiwillig, um in den, in allen kultivirten Bodenarten, mit Ausnahme der reinen Sandböden, mehr oder weniger reichlich vorhandenen Hohlräumen ihren Weg fortzusetzen.[2])

5. Ausgewachsene, fortpflanzungsfähige Rebläuse pflegen bei ihren Wanderungen hier und dort in den Hohlräumen des Bodens oder auf den von ihnen dabei berührten Wurzeln an verschiedenen Stellen Eier abzulegen. Diese Thatsache erklärt die von verschiedenen Beobachtern berichtete und auch vom Verfasser früher öfter gesehene Erscheinung, daß in den Hohlräumen des Bodens verseuchter Weinberge nicht selten auch an solchen Stellen Reblauseier angetroffen werden, an welchen keine Spur von Wurzeln zu finden ist.

6. Die von jungen Rebläusen befallenen Spitzen junger Wurzeltriebe beginnen nicht selten zu faulen, bevor es zur Ausbildung vollkommener Nodositäten gekommen ist. In diesen Fällen verlassen die Insekten die befallenen Stellen, um sich anderweitig niederzulassen.

7. Die wurzelbewohnende Form der Reblaus kann bis zu 40 und mehr Eier[3]) hervorbringen. In der Regel scheinen durchschnittlich 4 Eier täglich gelegt zu werden. Wahrscheinlich werden in der ersten Zeit des Eierlegens mehr, in der letzten Zeit dagegen weniger Eier, als obiger Zahl entsprechen, täglich abgesetzt.

8. Eine Anzahl von Nymphen entwickelt sich unter Umständen innerhalb des Erdbodens zu geflügelten Insekten, welche nie an das Tageslicht gelangen, sondern in der Erde Eier legen und sterben.[4])

---

[1]) Unter Wanderung sind hier Ortsveränderungen jeder Art zu verstehen.

[2]) Vergl. Koch, Beobachtungen über die Lebensweise der Reblaus. 11. Denkschrift betr. die Bekämpfung der Reblauskrankheit 1888/89. S. 53.

[3]) Balbiani beobachtete die Ablage von 53 Eiern in 20 Tagen. Le phylloxera du chêne et le phylloxera de la vigne. Paris 1884. p. 23.

[4]) Auf das Vorkommen geflügelter Exemplare der Phylloxera vastatrix in der Erde hat in Deutschland zuerst C. Ritter aufmerksam gemacht. (Vergl. die vom Reichsamte des Innern herausgegebene: Achte Denkschrift, betreffend die Bekämpfung der Reblauskrankheit 1885/86. S. 27.) — Auch Keßler beschreibt das Auftreten geflügelter Rebläuse an den Wurzeln und kommt zu dem Schlusse, daß das geflügelte Thier in dem Boden und nicht außerhalb desselben zur vollständigen Ausbildung gelange. (Vergl. Keßler, Weitere Beobachtungen ꝛc. über die Reblaus. Cassel 1888. S. 28.)

9. Der Eintritt der Winterruhe bei der Reblaus fällt nicht mit dem Eintritt der Vegetationsruhe bei ihrer Nährpflanze zusammen, sondern kann erheblich früher erfolgen.

10. Die Reblaus kann unter Umständen über 7 Monate lang im Zustande der Winterruhe verharren, ohne daß eine Nahrungsaufnahme, beziehungsweise ein Wachsthum stattfindet.

11. Der Eintritt der Winterruhe und das Erwachen aus derselben können schon, beziehungsweise erst bei einer höheren Temperatur als 10° C. erfolgen.

12. Die erste Häutung des überwinterten Insektes nimmt etwa 10 Minuten in Anspruch.

13. Die zweite Häutung des überwinterten Insektes erfolgt bei mittlerer Temperatur etwa 5 Tage nach der ersten Häutung.

14. Zwischen der zweiten und dritten Häutung lag ein Zeitraum von 9 Tagen. Die Ablage des ersten Eies erfolgte bei der überwinterten Reblaus etwa 14 Tage nach der ersten Häutung. Zwischen dem Auskriechen des zur Ueberwinterung bestimmten Insektes aus dem Ei und dem Beginn der Eierablage seitens des ersteren kann ein Zeitraum von nahezu 8 Monaten liegen.

15. Lipura fimetaria L. greift manchmal die Eier der Phylloxera vastatrix an und verzehrt dieselben.[1])

Im Anschlusse an die obigen Mittheilungen möge hier noch einiger, bei verschiedenen Gelegenheiten in der freien Natur gemachten Beobachtungen gedacht werden. Zunächst sei mit Bezug auf die von C. Keller[2]) geäußerte Ansicht, die Verwandlung ungeflügelter Rebläuse in geflügelte werde durch allmälige Nahrungsentziehung begünstigt, bemerkt, daß Verfasser dieselbe auf Grund der folgenden Beobachtungen nicht für richtig halten kann. Schon am Anfang der 70er Jahre fiel es mir auf, daß die Nymphen sich stets am zahlreichsten an den saftreichsten Stellen der ergriffenen Wurzeln, an den Nodositäten fanden[3]). Diese Beobachtung habe ich seitdem in zahllosen Fällen und auch noch in der neuesten Zeit bestätigt gefunden. So konnten z. B. am 11. September 1889 zahlreiche Nymphen beobachtet werden, welche in Gemeinschaft mit anderen,

[1]) In den humusarmen Weinbergsböden habe ich nur selten vereinzelte Exemplare von Lipura angetroffen. Letztere findet sich dagegen in den humus- — und in Folge dessen auch an niederen Thieren — reicheren Gartenböden häufig vor, und es erscheint mir nach den oben geschilderten Beobachtungen nicht unmöglich, daß in einzelnen Fällen und vielleicht auch im Verein mit anderen für die Reblaus ungünstigen, beziehungsweise für die Rebe günstigen Faktoren durch die Lipura ein Ueberhandnehmen der Reblaus verhindert oder wenigstens verzögert wird. Es würden dadurch manche, bisher nicht genügend aufgeklärte Fälle, in welchen in Gärten gezogene Reben auffallend lange, ohne Schaden zu leiden, der Reblaus Stand gehalten haben, eine befriedigende Erklärung erhalten. Selbstverständlich ist das nur eine noch keineswegs bewiesene Vermuthung. Immerhin dürfte es erwünscht sein, wenn bei den Reblausuntersuchungen, im Hinblick auf die angedeuteten Verhältnisse, dem Auftreten oder Fehlen der Lipura fimetaria Beachtung geschenkt werden würde.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei übrigens bemerkt, daß ich die Lipura keineswegs für geeignet halte, unsere Weinberge vor der ihnen durch die Reblaus drohenden Gefahr wirksam zu schützen.

Im Jahre 1891 ist es mir nicht gelungen, die Lipura fimetaria die Reblauseier angreifend zu beobachten, trotzdem die Erstere im Beobachtungsgefäß sehr zahlreich aufgetreten ist.

[2]) Landwirthschaftliches Jahrbuch der Schweiz, Bd. I, 1887, S. 236 ff.

[3]) Vergl. E. Rathay, Welche neuen biologischen Beobachtungen liegen über die Reblaus vor zc.? Wien 1890, S. 7. — Balbiani, Compt. rend. 1882. 94. p. 708.

der gewöhnlichen Wurzelform angehörenden Rebläusen ausschließlich an saftreichen Nodositäten saßen. Während dieses Tages konnte ich, trotz Suchens darnach, an anderen Wurzeltheilen, trotz der Anwesenheit zahlreicher Läuse, keine einzige Nymphe finden. Daraus geht doch mindestens das hervor, daß die Nymphen an anderen Wurzeltheilen, als den Nodositäten, sehr sparsam vorhanden sein mußten. Wie soll man sich aber das überwiegende Auftreten der Nymphen gerade an jenen Stellen, welche die reichlichste Nahrung bieten, erklären, wenn ihre Entstehung doch durch den Mangel an Nahrung herbeigeführt beziehungsweise begünstigt werden soll? Nicht selten kann man beobachten, daß ein oder zwei Nymphen an stärkeren Wurzeln unter großen Schaaren der gewöhnlichen Wurzelläuse sitzen. Wie kommt es denn nun, daß nur dieses eine Thier oder diese zwei Thiere an Nahrungsmangel leiden und alle übrigen, unmittelbar daneben befindlichen nicht? Und wie ist es, bei obiger Annahme, zu erklären, daß man oft trotz passender Jahreszeit an wenig saftreichen, dickeren und manchmal wie mit einem Ueberzuge von Rebläusen versehenen Wurzeln nicht eine einzige Nymphe findet? Alle diese Thatsachen widersprechen der Annahme, daß Nahrungsmangel die Entstehung der Nymphen bedinge oder begünstige. (Vergl. auch: Keßler, Erörterungen über die Reblaus, Cassel 1889 und E. Rathay, Welche neuen biologischen Beobachtungen über die Reblaus liegen vor und welche Art der Bekämpfung läßt sich etwa darauf gründen? Allgemeine Weinzeitung 1890, Nr. 51, S. 504 ff. — Auch nach den Beobachtungen von A. A. Jakowlew treten die Nymphen bei Ueberfluß an Nahrung, nicht bei einem Mangel derselben besonders auf. Vergl. Отчетъ Господину Министру Государственныхъ Имуществъ о дѣятельности Кавказскаго филоксернаго Комитета въ 1891 году. Тифлисъ 1892 г. —)

Ferner möchte ich eine andere, am 20. Oktober 1887 gemachte Beobachtung nicht unerwähnt lassen, weil dieselbe zeigt, daß die wurzelbewohnende Form der Reblaus unter Umständen auch an anderen Rebentheilen sich anzusiedeln vermag. An dem genannten Tage wurden nämlich an einem wahrscheinlich zufällig in die Erde eingegrabenen, abgeschnittenen, älteren Rebentriebe zahlreiche der Winterform der Reblaus angehörende Kolonien gefunden, welche an den zwischen den Internodien gelegenen Theilen des Triebes unter der lockeren Rinde saßen. Endlich mögen hier noch einige im Jahre 1890 bei Gelegenheit anderer Arbeiten in der Umgebung von Freyburg a. Unstr. gemachte Beobachtungen Platz finden. — Am 15. August des genannten Jahres wurden schon weit entwickelte Nymphen und zwar in großer Anzahl aufgefunden. An einer einzigen saftreichen Nodosität konnten 17 Exemplare derselben von mir gezählt werden.

Am 18. August fand ich ein Exemplar einer zweiten, von verschiedenen Autoren bereits erwähnten,[1]) von mir bis dahin jedoch noch nicht gesehenen Nymphenform. Dieselbe unterscheidet sich sowohl durch ihre Gestalt, wie durch ihre Färbung sehr bestimmt von der sozusagen gewöhnlichen Nymphe. Während die letztere im Verhältnisse zu ihrer Länge wenig breit ist, also einen schlanken Körperbau und eine mehr oder weniger orangegelbe Farbe, sowie deutlich ausgeprägte Warzen besitzt, zeigte das beob-

[1]) Vergl. I. E. Planchon, Les vignes américaines, 1875, S. 62. — Ritter, Wahrnehmungen über die Reblaus ꝛc., Zwölfte Denkschrift, betreffend die Bekämpfung der Reblauskrankheit, 1889/90, S. 38. — Moritz, Die Rebenschädlinge, 1880, S. 4 und 1891 S. 6. Anmerkung.

achtete Exemplar eine der gewöhnlichen ausgewachsenen Wurzellaus sehr ähnliche Körperform, eine, auch in den Thoraxpartien, gleichmäßige, ziemlich helle, gelbe Färbung mit einem Stiche ins Grünliche, helle, nicht schwärzlich erscheinende Flügelscheiden[1]) und keine Warzen auf dem Rücken. Das fragliche Thier fand sich an einer Nodosität, an welcher außerdem auch zwei Nymphen der gewöhnlichen Form saßen, in lebhafter Wanderung begriffen, vor.[2])

II. In Reblausherden an der Ahr angestellte Beobachtungen.

Diese Beobachtungen wurden vom Verfasser in zwei von der Reblaus befallenen, an verschiedenen Stellen der Gemarkung Lohrsdorf an der Ahr gelegenen Weinbergen in der Zeit vom 10. August bis zum 15. September 1891 und vom 12. August bis zum 8. September 1892 ausgeführt.

1. Die Gestaltsverhältnisse der Reblauseier, der Nymphen und der geflügelten Rebläuse.

a) Die Eier der an den Wurzeln lebenden ungeflügelten Rebläuse.

Die unten folgenden Messungen einer Anzahl von Eiern der an den Wurzeln lebenden ungeflügelten Rebläuse wurde veranlaßt durch die Frage nach der Abstammung der Nymphen bezw. der geflügelten Rebläuse.[3]) Werden die Nymphen geliefert von bestimmten Individuen der wurzelbewohnenden Form, indem aus den Eiern solcher Individuen ausschließlich Nymphen entstehen, oder entwickeln sich einzelne Eier derselben Mutterlaus zu Nymphen, während die anderen Eier des Thieres wieder die gewöhnliche Wurzelform liefern? Da es möglich schien, daß die Größenverhältnisse der von einem Mutterthiere abgelegten Eier in dieser Richtung einen Fingerzeig zu geben im Stande sein würden, so wurde eine Anzahl von Eiern mit dem Ocularmikrometer gemessen. Das Ergebniß dieser Messungen zeigt die folgende Tabelle.

Zu dieser Tabelle ist Folgendes zu bemerken. Die unter 1—10 aufgeführten Eier wurden in Wasser unter dem Deckglas liegend gemessen. Alle übrigen Eier dagegen gelangten frei auf dem Objektträger liegend zur Messung. Die zwischen je zwei

[1]) Diese Erscheinung war vielleicht nur eine zufällige, mit dem Entwickelungszustande des beobachteten Exemplars zusammenhängend.

[2]) Näheres über die besprochene Nymphenform, sowie Abbildungen derselben, finden sich weiter unten.

[3]) P. Boiteau, Le phylloxera ailé et sa descendance, Libourne 1876, sagt darüber Folgendes: „Le phylloxera ailé provient d'oeufs pondus par les aptères. Reconnaitre ces oeufs avant l'éclosion est difficile. Aucun observateur n'en a encore donné la description. Jusque' à preuve du contraire, nous devons donc admettre que l'oeuf de l'aptère donne naissance à un certain moment à un être particulier dans son organisation, sans que pour cela rien dans son aspect ne le laisse supposer“.

L. Dreyfus hat bei der Gattung Chermes nachgewiesen, daß aus den Eiern derselben Mutter zu gleicher Zeit zwei verschiedene Formen von Geflügelten entstehen. (Zoolog. Anzeiger 1889. Nr. 30. Sonderabdruck.)

Laufende Nr.	Länge der Eier in Millimetern	Größte Breite der Eier in Millimetern	Laufende Nr.	Länge der Eier in Millimetern	Größte Breite der Eier in Millimetern	Laufende Nr.	Länge der Eier in Millimetern	Größte Breite der Eier in Millimetern	Laufende Nr.	Länge der Eier in Millimetern	Größte Breite der Eier in Millimetern
1.	0,31	0,17	20.	0,32	0,16	39	0,33	0,17	58.	0,31	0,15
2.	0,31	0,16	21.	0,32	0,16	40.	0,34	0,18	59.	0,27	0,15
3.	0,33	0,17	22.	0,31	0,17	41.	0,33	0,18	60.	0,30	0,15
4.	0,31	0,17	23.	0,31	0,16	42.	0,31	0,17	61.	0,33	0,15
5.	0,31	0,16	24.	0,33	0,16	43.	0,29	0,145	62.	0,32	0,16
6.	0,31	0,16	25.	0,32	0,16	44.	0,30	0,145	63.	0,34	0,16
7.	0,34	0,16	26.	0,33	0,16	45.	0,29	0,145	64.	0,31	0,16
8.	0,33	0,16	27.	0,33	0,16	46.	0,29	0,145	65.	0,32	0,16
9.	0,24	0,16	28.	0,29	0,17	47.	0,30	0,15	66	0,33	0,16
10.	0,31	0,16	29.	0,31	0,18	48	0,31	0,16	67.	0,33	0,16
11.	0,32	0,17	30.	0,32	0,16	49.	0,25	0,16	68.	0,33	0,17
12	0,33	0,16	31.	0,31	0,17	50.	0,31	0,16	69.	0,31	0,16
13.	0,33	0,16	32.	0,33	0,17	51.	0,33	0,16	70.	0,33	0,16
14.	0,32	0,18	33.	0,31	0,17	52.	0,27	0,16	71.	0,31	0,16
15.	0,33	0,16	34.	0,33	0,17	53.	0,34	0,16	72.	0,30	0,15
16.	0,33	0,16	35.	0,34	0,16	54.	0,31	0,16	73.	0,30	0,16
17	0,33	0,16	36.	0,33	0,17	55.	0,30	0,16	74.	0,31	0,15
18.	0,33	0,16	37.	0,31	0,17	56	0,29	0,145			
19.	0,32	0,16	38.	0,31	0,17	57.	0,31	0,145			

verstärkten Horizontalstrichen befindlichen Zahlen beziehen sich auf von ein und derselben Laus abgelegte Eier. Wie aus den mitgetheilten Zahlen hervorgeht, erschienen einzelne Eier im Vergleich zu der Mehrzahl der Eier auffallend abgestumpft. Solche Eier fanden sich vereinzelt unter den von einer einzigen Laus abgelegten Eiern vor. Ob diesen, im Vergleich zu den anderen, mehr rundlich gestalteten Eiern eine besondere Bedeutung zukommt, ließ sich zur Zeit nicht ermitteln. Die weitaus größte Mehrzahl der Eier zeigte eine Länge von 0,31 bis 0,34 mm[1]) und eine größte Breite von 0,16 bis 0,17 mm.

b. Die Nymphe.

In drei Fällen wurden in den äußeren Gestaltsverhältnissen der Nymphen eigenartige Abnormitäten beobachtet. Zwei dieser Fälle betrafen ein auffallendes Zurückgebliebensein in der Entwickelung der Flügelscheiden. Die beiden in Frage kommenden Individuen (Tafel XXI, Fig. 2, 5 und 6) mußten sowohl im Hinblick auf ihre Größe, — sie maßen in der Länge Beide 1,10 mm — als auch auf Grund der bereits entwickelten zusammengesetzten großen Augen für Nymphen im letzten Stadium der Entwickelung angesehen werden. Trotzdem erschienen die Flügelscheiden nur in Gestalt verhältnißmäßig geringfügiger Hautausstülpungen (Tafel XXI, Fig. 5 und 6), welche in besonders deutlicher Weise erkennen lassen, wie die Flügelbildung bei diesen Thieren auf eine Ausstülpung gewisser Theile der Haut zurückzuführen ist. Besonders beachtenswerth ist es ferner, daß das Eine dieser Thiere ein bereits gut entwickeltes Ei (Tafel XXI, Fig. 2 und 6)

[1]) Nach Max. Cornu (Études sur le phylloxera vastatrix. A. a. O. p. 195) und J. Carrière (Biologisches Centralblatt 1888. Nr 24. S. 739) ist das an der Wurzel abgelegte Reblausei im Durchschnitt 0,3 mm lang.

im Innern seines Leibes zeigt. Es kann einem Zweifel nicht unterliegen, daß diese Insekten niemals zu normalen geflügelten Individuen sich hätten entwickeln können.

Der dritte Fall einer abnormen Gestaltung betraf eine Nymphe, deren eines Fühlerendglied, die in Fig. 3 und 4, (Tafel XXI) veranschaulichte Mißbildung zeigte, während das andere normal gebildet war.[1])

Es wurde ferner im Jahre 1891 beobachtet, daß die größere, langgestreckte Nymphenform weit häufiger auftrat, daß aber auch die kleinere Nymphe von breitovaler Gestalt keineswegs sehr selten war, denn unter 30 gemessenen Nymphen gehörten 9 der kleineren Form an.[2]) Die folgende Tabelle giebt die Länge der beobachteten Nymphen in Millimetern an; die Messungen geschahen mit dem Okularmikrometer. Zur Verwendung gelangten nur Nymphen mit vollständig entwickelten Flügelscheiden.

Länge der Nymphen.

a. Größere langgestreckte Form.

1. Länge	1,04 mm	12. Länge	1,16 mm
2. „	1,24 „	13. „	1,08 „
3. „	1,00 „	14. „	1,44 „
4. „	1,16 „	15. „	1,22 „
5. „	1,12 „	16. „	1,50 „
6. „	1,28 „	17. „	1,24 „
7. „	1,06 „	18. „	1,08 „
8. „	1,30 „	19. „	1,24 „
9. „	1,30 „	20. „	1,30 „
10. „	1,20 „	21. „	1,12 „
11 „	1,40 „		

b. Kleinere breitovale Form.

1. Länge	0,82 mm
2. „	0,90 „
3. „	0,94 „
4. „	0,94 „
5. „	0,96 „
6. „	0,98 „
7. „	1,00 „
8. „	1,03 „
9. „	1,08 „

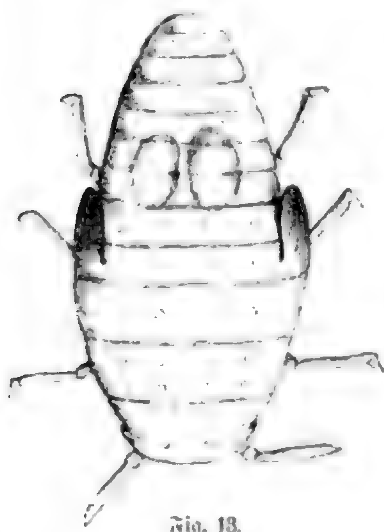


Fig. 13.

Es betrug demnach die mittlere Länge[3]) der größeren Nymphenform 1,21 mm, die der kleineren Form 0,95 mm. Ferner ist zu bemerken, daß am 14. September 1891 eine vollkommen entwickelte, der langgestreckten Form angehörende Nymphe (Fig. 13) von 1,16 mm Länge beobachtet wurde, welche zwei, bereits deutlich erkennbare Eier enthielt.

Im Jahre 1892 wurden die Nymphen in weit geringerer Anzahl, als im Jahre 1891 von mir beobachtet. Dies war ohne Zweifel vorwiegend dadurch bedingt, daß die Reben des Beobachtungsherdes von 1892 schon ältere Pflanzen waren und in Folge dessen verhältnißmäßig

[1]) Einen ähnlichen Fall einer Fühlermißbildung hat Cornu bei einer geflügelten Reblaus beobachtet. Vergl. M. Cornu, Études sur le phylloxera vastatrix p. 352 und Tafel XXIII, Fig. 3 bis. Nach L. Dreyfuß ist das häufige, oft nur einseitige Vorkommen verkrüppelter Fühler bei den Phylloxerinen vielleicht auf Beschädigungen derselben in früheren Entwickelungsstadien zurückzuführen. Vgl. L. Dreyfuß, Ueber Phylloxerinen, Wiesbaden 1889. S. 46. Anmerkung.

[2]) Hierzu ist zu bemerken, daß Nymphen vorkommen, bei welchen es zweifelhaft erscheint, ob sie der einen oder der anderen der genannten Formen angehören. Es sind daher in dieser Beziehung Irrthümer nicht ausgeschlossen.

[3]) Nach Bolle's Beobachtungen hatten die größeren Nymphen eine Länge von 1 mm, während die kleineren Nymphen nur 0,7 mm lang waren. (E. Rathay, Welche neuen biologischen Beobachtungen liegen über die Reblaus vor ꝛc.? Wien 1890. S. 5. — Nach: Bericht über den 3. österreichischen Weinbaukongreß in Bozen 1886. S. 108—111 und Bolle, L'infezione fillosserica in Istria nel 1889, Estratto degli „Atti e Memorie". Anno 1886.)

wenig frische Wurzeltriebe hatten. Die meisten der aufgefundenen Nymphen gehörten wiederum der großen, langgestreckten Form an, doch wurden auch vereinzelt Exemplare der kleineren, breitovalen Form angetroffen. — Am 3. September 1892 wurde eine Nymphe beobachtet, aus welcher das geflügelte Insekt gerade in Begriff war auszuschlüpfen. Kopf, Vorder- und Mittelbrust des geflügelten Thierchens ragten bereits frei aus der Nymphenhülle hervor, während der ganze übrige Theil des Körpers noch in der Nymphenhaut steckte (Fig. 8 Tafel XIX). Durch den Hinterleib sah man zwei Eier hindurch schimmern. Die letztere Erscheinung zeigte sich auch am 5. September bei einer im Zuchtglase befindlichen geflügelten Reblaus, welche soeben die Nymphenhülle verlassen hatte (Fig. 9 b Tafel XIX.) Die Letztere hing noch am äußersten Ende des Hinterleibes und die Flügel waren noch vollkommen zusammengefaltet.

Die Eier mußten demnach bereits in der Nymphe zur Entwickelung gelangt sein. Ein drittes Exemplar einer Nymphe, aus welcher das geflügelte Insekt gerade auszuschlüpfen im Begriffe war — es ragte erst der Kopf aus der gesprengten Nymphenhülle hervor, ließ ebenfalls deutlich zwei in Bildung begriffene Eier erkennen. Diese Beobachtungen bestätigen die im Jahre 1891 in dieser Richtung gemachten und stehen auch im Einklange mit den Berichten französischer Forscher. So sagt Valéry-Mayet (Les insectes de la vigne, Paris 1890. S. 83) bei Besprechung der Umwandlung der Nymphe in das geflügelte Insekt: „A ce moment, on voit également des oeufs en formation dans les tubes ovigères; mais la nymphe ne pond jamais. . . .“ Es werden demnach, wenigstens in manchen Fällen, die Eier, welche das geflügelte Insekt legt, in der Nymphe bereits vorgebildet.[1]) In den meisten Fällen, in welchen ausgewachsene Nymphen zur Untersuchung kamen, gelang es mir jedoch nicht, Eier in denselben zu sehen.

c. Das geflügelte Insekt.

Was zunächst die Größenverhältnisse der geflügelten Rebläuse anbetrifft, so hat eine größere Zahl von Beobachtungen ergeben, daß dieselben, wie bei den Nymphen, nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen sind. Die kleinste beobachtete Länge betrug 0,82 mm, die größte dagegen 1,60 mm und zwischen diesen Grenzen zeigten sich die mannigfaltigsten Uebergänge, wie untenstehende Tabelle lehrt, welche die Ergebnisse der Jahre 1891 und 1892 zusammenfaßt.

α. **Länge der geflügelten Rebläuse von unter 1 mm bis 1 mm.**

1.	Länge	0,82	mm	8.	Länge	0,94	mm	14.	Länge	0,98	mm	20.	Länge	1,00	mm
2.	„	0,82	„	9.	„	0,94	„	15.	„	0,98	„	21.	„	1,00	„
3.	„	0,84	„	10.	„	0,96	„	16.	„	1,00	„	22.	„	1,00	„
4.	„	0,85	„	11.	„	0,96	„	17.	„	1,00	„	23.	„	1,00	„
5.	„	0,91	„	12.	„	0,96	„	18.	„	1,00	„	24.	„	1,00	„
6.	„	0,92	„	13.	„	0,96	„	19.	„	1,00	„	25.	„	1,00	„
7.	„	0,94	„												

[1]) Hieraus ergiebt sich, daß Keßler zu weit geht, wenn er sagt: „Die Formirung der Eier im Körper des geflügelten Thieres beginnt erst, nachdem es aus der Nymphenhaut getreten ist.“ (Keßler Weitere Erörterungen über die Reblaus &c. Cassel 1888. S. 28).

β. Länge der geflügelten Rebläuse von über 1 mm an.

1.	Länge	1,04	mm	25.	Länge	1,12	mm	49.	Länge	1,25	mm	73.	Länge	1,36	mm
2.	„	1,04	„	26.	„	1,12	„	50.	„	1,26	„	74.	„	1,36	„
3.	„	1,04	„	27.	„	1,13	„	51.	„	1,26	„	75.	„	1,38	„
4.	„	1,06	„	28.	„	1,14	„	52.	„	1,28	„	76.	„	1,40	„
5.	„	1,06	„	29.	„	1,14	„	53.	„	1,29	„	77.	„	1,40	„
6.	„	1,06	„	30.	„	1,14	„	54.	„	1,30	„	78.	„	1,40	„
7.	„	1,06	„	31.	„	1,14	„	55.	„	1,30	„	79.	„	1,40	„
8.	„	1,06	„	32.	„	1,14	„	56.	„	1,30	„	80.	„	1,40	„
9.	„	1,06	„	33.	„	1,16	„	57.	„	1,30	„	81.	„	1,40	„
10.	„	1,06	„	34.	„	1,16	„	58.	„	1,30	„	82.	„	1,40	„
11.	„	1,08	„	35.	„	1,16	„	59.	„	1,30	„	83.	„	1,40	„
12.	„	1,08	„	36.	„	1,16	„	60.	„	1,30	„	84.	„	1,42	„
13.	„	1,08	„	37.	„	1,18	„	61.	„	1,30	„	85.	„	1,42	„
14.	„	1,08	„	38.	„	1,18	„	62.	„	1,30	„	86.	„	1,42	„
15.	„	1,08	„	39.	„	1,18	„	63.	„	1,30	„	87.	„	1,44	„
16.	„	1,09	„	40.	„	1,20	„	64.	„	1,32	„	88.	„	1,44	„
17.	„	1,10	„	41.	„	1,20	„	65.	„	1,32	„	89.	„	1,45	„
18.	„	1,10	„	42.	„	1,20	„	66.	„	1,32	„	90.	„	1,46	„
19.	„	1,10	„	43.	„	1,20	„	67.	„	1,32	„	91.	„	1,46	„
20.	„	1,10	„	44.	„	1,22	„	68.	„	1,34	„	92.	„	1,48	„
21.	„	1,10	„	45.	„	1,22	„	69.	„	1,34	„	93.	„	1,50	„
22.	„	1,10	„	46.	„	1,22	„	70.	„	1,34	„	94.	„	1,51	„
23.	„	1,10	„	47.	„	1,24	„	71.	„	1,36	„	95.	„	1,57	„
24.	„	1,12	„	48.	„	1,24	„	72.	„	1,36	„	96.	„	1,60	„

Von 121 gemessenen Exemplaren der geflügelten Reblaus zeigten somit eine Länge von

0,8 — 0,9	mm	— 4	Exemplare.
0,9 — 1,0	„	— 11	„
1,0 — 1,1	„	— 26	„
1,1 — 1,2	„	— 23	„
1,2 — 1,3	„	— 14	„
1,3 — 1,4	„	— 22	„
1,4 — 1,5	„	— 17	„
1,5 — 1,6	„	— 3	„
1,6	„	— 1	„
	zusammen	121	Exemplare.

Aus den vorstehenden Zahlen geht hervor, daß sich eine scharfe Grenzlinie in Betreff der Größenverhältnisse der größeren und kleineren Form der geflügelten Reblaus nicht ziehen läßt. Nimmt man im Hinblick auf die bei den Nymphen gemachten Beobachtungen an, daß die Länge der kleineren Form der geflügelten Reblaus 1,1 mm nicht erreicht, beziehungsweise nicht überschreitet, so würde dieselbe mit etwa 33 bis 34 % an der Gesammtzahl der geflügelten Rebläuse betheiligt sein, was mit dem für die kleinere Nymphenform beobachteten Verhältnisse von 30 % nahezu übereinstimmen würde. Es muß allerdings zugegeben werden, daß die gemachte Annahme an einer gewissen Willkürlichkeit leidet und daher noch der Bestätigung bedarf.

Vergleichsweise wurden auch vier Exemplare der geflügelten, in Spinngeweben im Weinberge gefangenen Phylloxera quercus (Fig. 14 und 15, Tafel XX) gemessen. Dieselben zeigten eine Länge von 0,86, 0,94, 1,00 und 1,45 mm. Bei 30 Exemplaren

der geflügelten Phylloxera vastatrix wurden die im Innern des Körpers bereits deutlich erkennbaren Eier gezählt. Es ergab sich dabei Folgendes:

4	Exemplare enthielten	1 Ei
8	„ „	2 Eier
6	„ „	3 „
8	„ „	4 „
2	„ „	5 „
2	„ „	7 „

Demnach legt die weitaus größte Mehrzahl der geflügelten Rebläuse eine Anzahl von zwei bis vier Eiern. Diese Beobachtung erhält eine weitere Bestätigung durch die Angaben von Valéry-Mayet,[1]) nach welcher die Eier der geflügelten Rebläuse in der freien Natur in Gruppen von zwei bis vier Eiern abgelegt werden sollen. Damit stimmt auch die Angabe von Boiteau[2]) überein, nach welcher die geflügelte Phylloxera 3 bis 4 Eier im Mittel legt. — A. A. Jakowlew[3]) beobachtete im Kaukasus im Jahre 1891, daß die Mehrzahl der geflügelten Rebläuse 3 Eier enthielt. Einzelne Exemplare zeigten auch 2 und 5 Eier. —

Nach den im Jahre 1892 angestellten Beobachtungen enthielten neun der gemessenen geflügelten Rebläuse mehr oder minder deutlich erkennbare Eier, während in acht Exemplaren Eier nicht beobachtet werden konnten. Da es sich in fast allen Fällen um ganz kürzlich der Nymphenhülle entschlüpfte Thiere handelte, so erschien eine vorausgegangene Ablage der Eier ausgeschlossen. Diese und die bei der Besprechung der Nymphe erwähnten Beobachtungen deuten darauf hin, daß bei einem erheblichen Theile der geflügelten Rebläuse die Entwickelung der Eier nicht schon im Nymphenstadium, sondern erst später beginnt. Ob diese geflügelten Insekten im Gegensatz zu jenen, welche bereits beim Abstreifen der Nymphenhülle mehr oder minder entwickelte Eier enthalten, eine andere Bestimmung haben, konnte nicht ermittelt werden. Bei einer der beobachteten geflügelten Rebläuse zeigte das Endglied des einen Fühlers die nebenstehend abgebildete abnorme Gestalt (Fig. 14), während der andere Fühler normal gebildet war.[4])

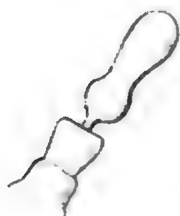


Fig. 14.

Endlich sei noch erwähnt, daß am 31. August 1892 um 2 Uhr 38 Minuten in einem der Zuchtgläser eine geflügelte Reblaus beobachtet wurde, die soeben den letzten Theil der Nymphenhaut abgestreift hatte. Die Flügel erschienen zusammengefaltet und milchglasweiß. Der Körper war leuchtend gelb, der Brustkorb weißlich. Um 3 Uhr 2 Minuten waren die Flügel in der normalen Lage über den Rücken gebreitet, aber noch weißlich. Um 3 Uhr 26 Minuten erschienen die Flügel glashell.

2. Die Lebensgewohnheiten der geflügelten Reblaus, beziehungsweise der Reblausnymphe.

a) Im Jahre 1891 ausgeführte Beobachtungen.

Als Beobachtungsfeld diente ein, hundert und einige inficirte Weinstöcke enthaltender, Reblausherd, welcher in einem Weinberge der an der linken Seite der unteren

[1]) Valéry-Mayet, Les insectes de la vigne, Paris 1890 p. 87.

[2]) P. Boiteau, Le phylloxera ailé et sa descendance, Libourne 1876 p. 6.

[3]) Отчетъ Господину Министру Государственныхъ Имуществъ о дѣятельности кавказскаго филоксернаго комитета въ 1891 году. Тифлисъ 1892 г. S. 449—459.

[4]) Vergl. Anmerkung 1 auf Seite 533.

Ahr gelegenen Gemarkung Lohrsdorf im Distrikt „zwischen den Pfäden" aufgefunden worden war. Den Boden dieses Weinberges bildete ein ziemlich schwerer Lehm. Die Reben standen im Alter von etwa 5 bis 6 Jahren und zeigten zum Theil in höchst bezeichnender Weise die äußeren Merkmale der Reblauskrankheit.

Die Beobachtungen erstreckten sich auf die in verschiedener Tiefe befindlichen Rebenwurzeln, auf die oberirdischen Theile der Reben, auf die in dem Weinberge zwischen den Rebenzweigen und zwischen den Rebenpfählen befindlichen Spinngewebe. Ferner wurde auch die aus Leinwandgaze bestehende, den ganzen Reblausherd umgebende Wand der Umzäunung von Zeit zu Zeit, soweit dies möglich war, auf ein etwaiges Vorhandensein geflügelter Rebläuse durchsucht.

Zur Erzielung eines möglichst genauen Bildes über die Zeit und die Menge des Auftretens der geflügelten Rebläuse im Freien wurden die Spinngewebe zu verschiedenen Tageszeiten und zwar in der Zeit von 7½ Uhr Morgens an bis Nachmittags um 5 Uhr mehrfach einer eingehenden Musterung unterworfen.

Es sei hier gleich bemerkt, daß geflügelte Rebläuse oder deren Nachkommen im Freien weder an den Wurzeln, noch an irgend welchen oberirdischen Theilen der Reben, die Blätter mit eingeschlossen, beobachtet werden konnten. — Zur Zeit, als diese Arbeiten begannen, war der Boden des Beobachtungsfeldes in Folge vorausgegangenen Regenwetters außerordentlich naß und kühl. In diesem Zustande verblieb der Boden wenigstens in den tieferen Schichten, bis gegen Mitte September in Folge der, mit Ausnahme weniger heißer und trockener Tage, andauernd regnerischen und mäßig warmen Witterung. Erst im zweiten Viertel des September fand ein vollständiger Witterungswechsel statt, indem an die Stelle der trüben und regnerischen Tage helle und sehr warme Tage traten. Die ausgeführten Beobachtungen lassen den Einfluß der geschilderten Verhältnisse auf die Entwicklung der geflügelten Rebläuse deutlich erkennen.

Auftreten der Nymphen im Freien.

Am 12. August 1891 wurde eine große, mit Rückenwarzen und schwarz erscheinenden Flügelscheiden versehene Nymphe auf einer Nodosität wandernd angetroffen Am 13., 15. und 17. August wurden vereinzelt an Nodositäten große Nymphen gefunden. Am 18. August, sowie am 19., 20. und 21. August wurden an den Nodositäten mehrere, meist weit entwickelte Nymphen beobachtet. Am 24. August zeigten sich an den Nodositäten zahlreiche, zum Theil weit entwickelte Nymphen. Auch an einer stärkeren Wurzel fand sich eine vereinzelte Nymphe vor, welche mitten zwischen einer größeren Zahl von Läusen der gewöhnlichen wurzelbewohnenden Form saß. Am 26. August konnten ebenfalls zahlreiche, meist schon vollkommen entwickelte Nymphen an Nodositäten beobachtet werden. Auch an einer dickeren, mit zahlreichen Kolonien junger Rebläuse besetzten Wurzel wurde, inmitten einer solchen Kolonie, eine einzelne, in der Entwicklung bereits weit vorgeschrittene Nymphe angetroffen. Am 28. und 29. August, sowie am 1. September wurden zahlreiche ausgewachsene Nymphen an den Nodositäten, vereinzelt auch an stärkeren Wurzeln, gefunden. Am 4. September wurde ein bereits stark zurückgegangener Weinstock ausgegraben. Die Wurzeln erschienen

meist ganz faul oder doch mit zahlreichen, faul gewordenen Nodositäten behaftet. Die wenigen vorhandenen frischen Wurzeltriebe trugen sämmtlich Nodositäten. Auf einer der letzteren wurde eine weit entwickelte Nymphe gefunden. Der ebenfalls kranke, aber noch besser aussehende Nachbarstock zeigte reichlich junge, mit großen Nodositäten behaftete Wurzeltriebe, an welchen sich zahlreiche Nymphen befanden.

Am 5., 7., 9. und 11. September wurden sehr viele, zum Theil weit entwickelte Nymphen beobachtet. An einer einzigen Nodosität konnten 15 Nymphen bei einander gezählt werden. Am 12. September wurden ebenfalls viele, zum Theil ausgewachsene Nymphen an Nodositäten beobachtet. Bei der vollständigen Herausnahme eines Weinstockes zeigten sich an den Nodositäten der oberen Wurzeln keine Nymphen. Dagegen wurden an den Nodositäten der in etwa ein Fuß Tiefe gelegenen Wurzeln zahlreiche zum Theil weit entwickelte Nymphen angetroffen. Eine kleine, mit stark entwickelten Flügelscheiden versehene Nymphe wurde in Wanderung begriffen an Tuberositäten einer stärkeren Wurzel beobachtet.

Faßt man die obigen Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich, daß in der Zeit vom 12. bis zum 21. August Nymphen in vorgeschrittenen Entwicklungsstadien nur spärlich vorhanden waren, daß aber vom 24. August bis zum Schlusse dieser Beobachtungen am 12. September beständig eine große Zahl in der Entwicklung weit vorgeschrittener Nymphen sich im Boden befand.

Auftreten der geflügelten Rebläuse im Freien.

Geflügelte Rebläuse konnten im Freien nur in den im Weinberg befindlichen Spinngeweben aufgefunden werden. Am 12., 13. und 14. August wurden geflügelte Rebläuse trotz wiederholten Absuchens der Spinngewebe nicht bemerkt. Am 15. August trat seit Beginn der Beobachtungen der erste heiße Tag ein. Es war so warm, daß die Temperatur in der Arbeitshütte bis auf 33° C. stieg. Nachdem am Morgen die Spinngewebe vergeblich abgesucht worden waren, ergab eine wiederholte Besichtigung derselben des Nachmittags gegen 3 Uhr die erste geflügelte Phylloxera vastatrix. Das Insekt hatte sich in einem, innerhalb eines Weinstockes befindlichen Spinngewebe gefangen und war noch völlig unverletzt, so daß es erst kürzlich in das Spinngewebe hineingerathen sein konnte. Im Innern des Thierchens zeigte sich ein in Bildung begriffenes Ei.

In der Zeit vom 17. August bis zum 26. August gab es wieder eine Anzahl trüber, regnerischer Tage. Erst am 27. August war das Wetter wieder schön klar, sehr warm und etwas windig. Nachdem am Vormittag vergeblich in den Spinngeweben nach geflügelten Rebläusen gesucht worden war, wurde Nachmittags gegen 4 Uhr in einem Spinngewebe eine geflügelte Laus gefunden, welche sich jedoch unter dem Mikroskop als eine geflügelte Phylloxera quercus zu erkennen gab.

Vom 28. August bis zum 2. September gab es wieder mehrfach trübe Tage mit theilweise heftigen Regengüssen. — Der 3. September war dagegen ein sehr heißer Tag. Gegen 3 Uhr Nachmittags wurde in einem zwischen den Rebpfählen befindlichen

Spinngewebe in etwa $1^3/_4$ m Höhe[1]) über dem Erdboden eine lebende geflügelte Phylloxera vastatrix gefunden, welche eine Länge von 1,4 mm besaß. — Am 4. September war das Wetter wieder trübe und schwül und um 10 Uhr Vormittags trat Regen ein, der aber nicht lange anhielt. In der Nacht vom 4. auf den 5. September regnete es stark, doch klärte sich das Wetter am Nachmittag des 5. September wieder auf und blieb auch am 6. September klar. Am 7. September war es in der Frühe kühl und neblig; später wurde es bei hellem Sonnenschein sehr warm. Nachmittags war es wieder bewölkt, dabei aber warm. — Um $2^1/_2$ Uhr Nachmittags wurde in einem Spinngewebe zwischen den Rebpfählen in etwa $1^1/_2$ — $1^3/_4$ m Höhe über dem Erdboden eine geflügelte Phylloxera vastatrix gefunden. Dieselbe besaß eine Länge von 1,32 mm und enthielt drei, noch nicht völlig entwickelte Eier. — In demselben Spinngewebe wurde 20 Minuten darauf eine zweite geflügelte Reblaus von 1,36 mm Länge gefunden; dieselbe zeigte in ihrem Innern vier noch unausgebildete Eier. — Das Absuchen der Spinngewebe zwischen 7—8 Uhr Morgens und gegen 11 Uhr Vormittags hatte zu einem Auffinden geflügelter Rebläuse nicht geführt.

Am 8. September war die Witterung anfänglich kühl und trübe, erst gegen 3 Uhr Nachmittags trat Sonnenschein und damit erhöhte Wärme ein.

Das Absuchen der Spinngewebe fand statt zwischen 9—10 Uhr, 11—12 Uhr, 1 bis 2 Uhr gegen 3 Uhr, um 4 Uhr und um 5 Uhr, jedoch konnten geflügelte Rebläuse nicht gefunden werden. — Am 9. September herrschte in der Frühe ein dichter Nebel, dem später heller Sonnenschein folgte. Nachmittags war es heiß. Zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags wurde in einem Spinngewebe, etwa $^1/_2$ m über dem Erdboden, eine geflügelte Phylloxera vastatrix von 1,10 mm Länge lebend aufgefunden. Um 10 Uhr Vormittags, sowie um 5 Uhr Nachmittags konnten geflügelte Rebläuse nicht beobachtet werden. — Am 10. September war das Wetter klar und sehr warm. Um 8 Uhr, 10 Uhr, 11—12 Uhr, 2 bis 3 Uhr und 4—5 Uhr wurden die Spinngewebe vergeblich durchsucht. Zwischen 3 bis 4 Uhr wurde dagegen eine geflügelte Reblaus von 1,42 mm Länge in einem Spinngewebe gefunden. Am 11., 12. und 13. September war das Wetter sehr schön und heiß, jedoch wurden in den Spinngeweben geflügelte Rebläuse nicht gefunden. Auch der 14. September war ein sonniger, heißer, etwas windiger Tag. Zwischen 7—8 Uhr Morgens wurden die zahlreichen Spinngewebe vergeblich durchsucht. Um $10^3/_4$ Uhr fand sich in einem zwischen zwei Rebpfählen befindlichen Spinngewebe in etwa $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ m Höhe über dem Erdboden eine noch lebende, geflügelte Phylloxera quercus. Zwischen 2—3 Uhr Nachmittags wurde unter ähnlichen Verhältnissen eine geflügelte Phylloxera vastatrix gefunden, und zwischen 3—4 Uhr fanden sich noch drei geflügelte Rebläuse in den Spinngeweben in ähnlicher Höhe vor. Eins dieser Thierchen enthielt vier Eier.

Auftreten geflügelter Rebläuse im Zuchtgefäße.

Zur Ergänzung der im Freien angestellten Beobachtungen erschien es aus naheliegenden Gründen erwünscht, gleichzeitig an im Zimmer gezüchteten Rebläusen die mit

---

[1]) Zu Ghiffa 1891 gemachte Beobachtungen bestätigten die bereits früher bemerkte Thatsache, daß die geflügelten Rebläuse es vorziehen bei ihrem Fluge die Höhe nicht erheblich zu überschreiten, welche die höchsten Triebe der Reben erreichen. Vergl. Felice Franceschini, Bolletino di Notizie agrarie 1892. Nr. 28 p. 363 ff.

dem Auftreten der letzteren zusammenhängenden Vorgänge zu verfolgen. Zu diesem Zwecke wurden am 21. August 1891 ein größeres Glas, sowie einige kleinere Gläser mit Rebenwurzeln, auf welchen zuvor die Anwesenheit von Nymphen festgestellt worden war, sowie mit Erde beschickt. Die Gläser wurden sodann mit einer Papierdecke verschlossen. Am 24. August wurde in dem großen Glase die erste geflügelte Reblaus beobachtet. Am 26. August erschienen Nachmittags um 3 Uhr zwei weitere geflügelte Rebläuse. Am 27. August zeigten sich in demselben Glase Nachmittags gegen 3 Uhr sechs geflügelte Rebläuse. — An der Glaswand eines der kleineren Zuchtgefäße wurde eine geflügelte Reblaus beobachtet, hinter welcher die abgestreifte Nymphenhaut lag. — Am 28. August, gegen 9 Uhr Morgens, wurde am Deckel des großen Glases eine geflügelte Reblaus wahrgenommen. In einem der kleineren Gläser zeigte sich um dieselbe Zeit eine geflügelte Reblaus. Im großen Glase fand sich um 5 Uhr Nachmittags eine weitere geflügelte Laus. — Am 29. August erschienen zwischen 2 und 3 Uhr in dem großen Glase 16 geflügelte Rebläuse, die lebhaft an der Wand des Glases hin und her wanderten. Auch in den kleineren Zuchtgläsern fanden sich um diese Zeit zusammen sieben geflügelte Rebläuse vor. Am 31. August wurden zwischen 3—4 Uhr in dem großen Glase 18 geflügelte Rebläuse beobachtet. In den kleineren Gläsern waren um dieselbe Zeit ebenfalls mehrere geflügelte Läuse zu sehen. — Am 1. September fanden sich zwischen 2—3 Uhr in dem großen Glase wieder 12 geflügelte Rebläuse. Um 5½ Uhr waren in diesem Glase über der Erde keine geflügelten Läuse mehr zu sehen. Dagegen fand sich in der Erde, etwa 1 cm unter der Erdoberfläche eine geflügelte Laus vor; eine andere geflügelte wanderte dicht an der Oberfläche einher. Es sei noch erwähnt, daß Nachmittags zwischen 2—3 Uhr sehr viele, äußerst kleine und offenbar kürzlich dem Ei entschlüpfte Rebläuse an der Wand des Glases über der Erde in lebhafter Wanderung angetroffen wurden.[1])

Am 2. September waren um 8¾ Uhr Morgens im großen Glase geflügelte Rebläuse nicht zu sehen, obschon den Tag zuvor mehrere derselben an der Wand des Gefäßes zurückgelassen worden waren. Es muß hier bemerkt werden, daß in der Regel jeden Tag die erschienenen geflügelten Rebläuse zum Zwecke der Anfertigung von Präparaten den Zuchtgläsern entnommen wurden.

Zwischen 2—3 Uhr traten im großen Glase wieder 15 geflügelte Läuse an der Glaswand auf. Ein Theil derselben wurde im Glase gelassen. Von diesen waren um 5½ Uhr nur noch vier an der Glaswand zu sehen, während drei derselben unmittelbar an der Erdoberfläche, zum Theil etwas unter der letzteren sich befanden. — Am 3. September saßen zwischen 7—8 Uhr Morgens zwei geflügelte Rebläuse über dem Boden an der Glaswand, zwei zeigten sich dicht an der Erdoberfläche und fünf saßen unter der Erdoberfläche. Zwischen 2—3 Uhr Nachmittags erschienen 17 geflügelte Rebläuse an der Glaswand.

Am 4. September, zwischen 7—8 Uhr Morgens, zeigten sich drei Geflügelte an der Glaswand über der Erde. Drei Geflügelte saßen unter der Erde mit nach unten gerichtetem Kopfe und eine derselben hatte hinter sich zwei hellgelbe Eier liegen. Eine

---

[1]) Vergl. Valéry-Mayet, Les insectes de la vigne 1890. p. 91.

andere Geflügelte saß in der Höhe der Erdoberfläche an der Glaswand. Nachmittags um 2 Uhr waren keine Geflügelten aus der Erde herausgekommen; die am Vormittag unter der Erde beobachteten Exemplare saßen noch an denselben Plätzen.

Am 5. September war des Morgens früh eine Veränderung nicht bemerkbar. Dagegen hatten Nachmittags um 2 Uhr zwei der unter der Erde befindlichen geflügelten Rebläuse ihren Platz verlassen. Das eine dieser Insekten zeigte sich einige Centimeter höher in Wanderung nach der Bodenoberfläche hin begriffen. Um $2^3/_4$ Uhr befanden sich sechs geflügelte Läuse, wie gewöhnlich an der dem Lichte zugekehrten Seite der Gefäßwandung.[1]) Um $3^1/_4$ Uhr waren daselbst bereits 17 Geflügelte erschienen. In 1 bis 2 cm Tiefe unter der Erdoberfläche saßen noch zwei geflügelte Rebläuse und drei andere wurden beobachtet, wie sie unter Benutzung der Hohlräume im Boden aus etwa 1 cm Tiefe unter der Oberfläche mit großer Lebhaftigkeit zu der letzteren hinaufwanderten. Nachdem die Erdoberfläche erreicht war, begaben sich diese Thierchen ebenfalls nach der dem Lichte zugekehrten Seite der Gefäßwand.

Am 7. September, Morgens früh, saßen an der dem Lichte zugekehrten Seite des Glases über der Erde zwei geflügelte Rebläuse; an der dem Lichte abgekehrten Seite befand sich ein solches Insekt. Unmittelbar an der Erdoberfläche wurden drei, in der Erde, zum Theil einige Centimeter unter der Oberfläche, vier geflügelte Läuse beobachtet.

Eine derselben, welche in etwa 1 cm Tiefe sich befand, hatte die Nymphenhaut noch nicht vollständig abgestreift, sich also offenbar an dieser Stelle aus der Nymphe zum geflügelten Insekt verwandelt. — Nachmittags gegen 3 Uhr zeigten sich wieder 18 Geflügelte, davon einige noch unter der Erdoberfläche lebhaft nach oben hin wandernd. Um $4^1/_2$ Uhr, wo es im Hintergrunde der Arbeitshütte, wo das Zuchtglas sich befand, schon etwas dunkel geworden war, wurden 20 geflügelte Rebläuse in dem Glase gezählt, welche größtentheils nahe der Bodenoberfläche alle bei einander an der Glaswand saßen.

Am 8. September, zwischen 7—8 Uhr Morgens, saßen zahlreiche geflügelte Rebläuse vom Tage vorher noch an der Wand des Zuchtglases. Ein Theil dieser Insekten saß nahe der Bodenoberfläche in einer Reihe nebeneinander mit dem Kopfe dem Boden zugewandt, so daß es den Eindruck machte, als hätten die Thierchen den Boden aufsuchen wollen und wären daran durch irgend einen Umstand, vermuthlich durch in der Nähe der Bodenoberfläche an der Glaswand stattgehabte Kondensation von Wasserdampf, verhindert worden.

Gegen 2 Uhr Nachmittags erschienen 14 neue geflügelte Rebläuse an der dem Lichte zugewandten Seite des Zuchtglases. Das Glas war absichtlich so gedreht worden, daß die dem Lichte abgekehrte Seite vom Tage zuvor nunmehr dem Lichte zugekehrt war.

---

[1]) A. A. Jakowlew berichtet, daß von ihm in Gläsern gezüchtete geflügelte Rebläuse oft an die dem Lichte zugekehrte Seite des Zuchtglases sich begaben. Vergl.: Отчетъ Господину Министру Государственныхъ Имуществъ о дѣятельности Кавказскаго Филоксернаго Комитета въ 1891 году Тифлисъ 1892 г. S. 449—459.

Am 9. September traten zwischen 2—4 Uhr Nachmittags zahlreiche neue Geflügelte an der dem Lichte zugekehrten Seite des Zuchtglases auf. Am Nachmittage wurde ein kleiner, mit einigen Blättern versehener Rebentrieb in das Glas gebracht. Am 10. September wurde eine geflügelte Reblaus beobachtet, welche sich an der Unterseite eines Blattes des im Zuchtglase befindlichen Rebentriebes angesetzt hatte. Dieselbe blieb bis zum 12. September an derselben Stelle sitzen. Am 12. September war das Insekt todt, der Hinterleib erschien eingezogen; von einer Eierablage war nichts zu bemerken.

Am 12. und 14. September wurden über der Erde an der Wand des Zuchtglases zwei Nymphen und eine abgestreifte Nymphenhaut beobachtet.

Versuche betreffend die Ansiedelung geflügelter Rebläuse auf den Rebenblättern.

Um die Entwickelung der Nachkommen der geflügelten Rebläuse beobachten zu können, wurde der Versuch gemacht, die letzteren auf Rebenblättern zur Ansiedelung zu bringen. Zu diesem Zwecke wurden kürzere Rebentriebe so von den Rebstöcken abgeschnitten, daß ein kleines Stück vorjährigen Holzes an denselben verblieb. Hierauf wurden die abgeschnittenen Triebe in der Weise in Blumentöpfe gesetzt, daß das daran haftende Stück vorjährigen Holzes ganz mit Erde bedeckt war. Die Töpfe wurden nun reichlich begossen und mit großen, zu dem Zwecke passenden und die Stelle von Glasglocken vertretenden, Einmachgläsern bedeckt. Die derart behandelten Triebe blieben fast alle während der ganzen Versuchsdauer frisch. Einzelne Exemplare nur verloren in Folge des Auftretens von Peronospora viticola frühzeitig ihre Blätter.

Es sei vorweg bemerkt, daß es leider nicht gelang, die geflügelten Rebläuse an den Rebenblättern zu dauernder Ansiedelung und zur Ablage von Eiern zu bringen.[1]) Dies dürfte darin seinen Grund haben, daß die geflügelte Reblaus zunächst dem ihr innewohnenden Wandertriebe genügt haben muß, ehe sie sich zu dauerndem Aufenthalte an einem Blatte ansiedelt. Die Ablage entwicklungsfähiger Eier durch das geflügelte Insekt kann aber, nach Valéry-Mayet, nur stattfinden, nachdem dasselbe etwa 24 Stunden lang Nahrung zu sich genommen hat. Der genannte Forscher weist in seinem Buche: „Les insectes de la vigne“ (Paris, 1890, S. 86) darauf hin, daß die Nothwendigkeit, den beiden angeführten Naturtrieben zu genügen, es so sehr erschwere, die Nachkommen der geflügelten Reblaus auf dem Wege künstlicher Züchtung zu erhalten.

Wenn nun hier die oben erwähnten Versuche, trotz ihres Fehlschlagens, kurz besprochen werden, so geschieht dies, weil sie immerhin Gelegenheit zu einigen Beobachtungen über das Verhalten geflügelter Rebläuse gaben.

Am 24. August wurde eine im Zuchtglase frisch erschienene geflügelte Reblaus vorsichtig auf die untere Seite eines, unter einer Glasglocke befindlichen Rebenblattes übertragen. Das Thierchen wanderte nun von der unteren Blattfläche an die obere:

---

[1]) A. A. Jakowlew berichtet, daß es ihm bei seinen Versuchen nicht gelang, die Ablage von Eiern durch die geflügelte Reblaus zu beobachten. Vergl. Отчетъ Господину Министру и. т. д. Тифлисъ 1892.

dort angekommen, begann es die Flügel auszubreiten und dieselben in lebhaft schwingende Bewegung zu versetzen. In einem Augenblicke, in welchem die Aufmerksamkeit des Verfassers nach außen abgelenkt wurde, war das Insekt verschwunden.

Am 25. August, um 7½ früh, fand sich die am Tage zuvor der Beobachtung entschwundene geflügelte Reblaus wieder vor und zwar saß dieselbe wieder an der Unterseite eines Blattes an einem Blattnerv. Um 10 Uhr 15 Minuten begann das Insekt unruhig zu werden: es verließ seinen Platz und wanderte nach dem Rande des Blattes hin. Am Blattrande angelangt, richtete das Thierchen zunächst seine Flügel in der Weise auf, daß sie vollkommen senkrecht zum Körper standen, dann aber versetzte es dieselben in ungemein lebhaft schwingende Bewegung, ohne dabei jedoch fortzufliegen. Nach kurzer Zeit wurden die Schwingungen der Flügel eingestellt, und das Thierchen verließ nun wieder den Blattrand, um auf die obere Blattfläche überzugehen. Nachdem es die ganze Blattspreite überschritten hatte, ging es wieder auf die untere Blattfläche über, wanderte auf derselben bis etwa zur Mitte, begann dann wiederum die Flügel lebhaft zu schwingen und fiel dabei ein paar Centimeter tiefer nahe an den Rand desselben Blattes. Nun begann die Wanderung von neuem nach dem Blattrande hin; nachdem derselbe erreicht war, wurden die Flügel wieder in lebhaft schwingende Bewegung versetzt, und jetzt gelangte das Insekt an eine etwas unterhalb des Abflugsortes gelegene Stelle der umgebenden Glasbedeckung. Der ganze Vorgang machte mehr den Eindruck eines seitlichen Fallens, wie des Fliegens.[1]) Auf der Glaswand angelangt, wanderte das Insekt nach der dem Lichte zugekehrten Seite derselben hin. Um zu ermitteln, ob die eingeschlagene Richtung eine zufällig oder absichtlich gewählte sei, wurde der Blumentopf, beziehungsweise das denselben bedeckende Glas derart gedreht, daß die ursprünglich dem Lichte zugewandte Seite jetzt von demselben abgewandt war. In kürzester Frist drehte sich auch die Laus um, so daß sie nun wieder nach der dem Lichte zugewandten Seite wanderte. Nachdem dies eine Weile stattgefunden hatte, wurde das Glas wieder umgedreht, was zur Folge hatte, daß auch das Insekt wiederum seine Richtung änderte, so daß es aufs neue nach der dem Lichte zugekehrten Seite hinwanderte.

Nach einiger Zeit hatte sich das Insekt in einem Wassertröpfchen an der Glaswand gefangen. Es wurde vorsichtig aus seiner Lage befreit und auf eins der Blätter gebracht, fiel aber bald darauf zu Boden und konnte später nicht mehr aufgefunden werden. Eier hatte diese geflügelte Reblaus bis zu dem Augenblicke, wo sie sich der Beobachtung entzog, nicht gelegt. — Den oben mitgetheilten ähnliche Beobachtungen konnten in mehreren Fällen gemacht werden, in keinem Falle konnte jedoch bei diesen Versuchen die Ablage von Eiern seitens der geflügelten Rebläuse bemerkt werden.

Ergebnisse der unter 2a besprochenen Beobachtungen.

Vergleicht man die bezüglich des Auftretens der Nymphen und der geflügelten Rebläuse im Freien und in den Zuchtgläsern gemachten Beobachtungen, so ergiebt sich

[1]) Nach A. A. Jakowlow breitet das geflügelte Insekt, wenn es Anstalten zum Fliegen macht, die Flügel unter einem rechten Winkel zum Körper aus, versetzt dieselben in schnell schwingende Bewegung und fällt dann auf den Boden des Zuchtgefäßes. Ein Flug in die Höhe konnte niemals beobachtet werden. Vergl. Отчетъ Господину Министру и т. д. Тифлисъ 1892.

Folgendes: In der Entwicklung weit vorgeschrittene Nymphen waren im Freien bereits vom 12. August an — und jedenfalls auch schon früher — vorhanden. Vom 24. August an zeigten sich die Nymphen in großer Anzahl und in weit vorgeschrittenem Entwicklungszustande beständig vertreten, so lange die Beobachtungen überhaupt ausgeführt wurden.

Demgegenüber könnte es auffallend erscheinen, daß während der Beobachtungszeit bis einschließlich den 13. September im Freien nur 6 geflügelte Rebläuse gefunden werden konnten, obschon die Nachforschungen nach denselben täglich mit der größten Sorgfalt ausgeführt wurden. Diese Erscheinung verliert jedoch alles Absonderliche, wenn man sie im Zusammenhange mit den damals herrschenden Witterungs- und Bodenverhältnissen, sowie mit dem Verhalten der geflügelten Rebläuse in den Zuchtgläsern betrachtet.

Bis einschließlich den 5. September war das Wetter, mit Ausnahme einzelner heißer und trockener Tage, trübe und regnerisch gewesen. Die Folge davon war, daß der Boden im Weinberg während dieser ganzen Zeit feucht und dadurch auch kühl blieb. Hierdurch ist offenbar die Entwicklung der Nymphen zum geflügelten Insekt sehr erheblich verzögert worden. Dieser Schluß erscheint um so berechtigter, wenn man sich die in den Zuchtgläsern während derselben Zeit beobachteten Erscheinungen vergegenwärtigt. Hier traten die geflügelten Rebläuse anfangs spärlich, nach einiger Zeit jedoch täglich in zahlreichen Exemplaren auf. Die nymphentragenden Wurzeln waren dem Weinberge entnommen und mit ebenfalls dem Weinberge entnommener feuchter Erde in die, in der Arbeitshütte stehenden, Zuchtgläser gebracht worden. Von Tage zu Tage wurde diese Erde trockener und damit auch allmälig wärmer, und in Folge dessen konnten sich zahlreiche Nymphen zu geflügelten Insekten entwickeln, während diese Erscheinung im Freien, wo der Boden feucht und kühl blieb, ausbleiben mußte. Daß das Auftreten der geflügelten Rebläuse in den Zuchtgläsern nicht etwa auf einen für die Nymphen eingetretenen Nahrungsmangel zurückzuführen ist, wird dadurch bewiesen, daß die Wurzeln in den Zuchtgläsern während der ganzen Dauer des Versuches so weit frisch blieben, daß zahlreiche Rebläuse der gewöhnlichen Wurzelform auf ihnen ihr Fortkommen fanden und sich vermehrten. — Die im Freien bis einschließlich den 13. September beobachteten geflügelten Rebläuse wurden am 15. August, am 3., 7., 9. und 10. September gefunden. Der 15. August war der erste heiße Tag nach einer Reihe regnerischer Tage; dann folgten wieder bis zum 3. September eine Anzahl trüber, regnerischer Tage, mit Ausnahme des 27. August, an welchem es trocken und warm war. Der 3. September war wieder ein heißer Tag. Vom 6. September an blieb es trocken und mehr oder weniger warm.

In Folge der geschilderten Witterungsverhältnisse konnte an den, zwischen regnerischen befindlichen, trockenen und heißen Tagen der Erdboden nur in seinen allerobersten Schichten abtrocknen und sich erwärmen, und es konnten daher an diesen Tagen nur die bereits genügend weit entwickelten, an den verhältnißmäßig sparsam vorhandenen, dicht unter der Erdoberfläche befindlichen Wurzeln sitzenden Nymphen zur Verwandlung in das geflügelte Insekt gelangen. Dementsprechend fanden sich in der That an solchen Tagen geflügelte Rebläuse, aber nur vereinzelt vor. Auffallender Weise konnten am

11, 12. und 13. September, trotz des andauernd schönen Wetters, geflügelte Rebläuse nicht beobachtet werden. Dagegen wurden am 14. September wieder geflügelte Läuse, und zwar in einer bisher an einem und demselben Tage noch nicht beobachteten Anzahl (4 Exemplare) gefunden. Diese Erscheinung glaube ich dahin deuten zu sollen, daß, nach erfolgter Abtrocknung und Erwärmung der obersten Bodenschichten und hierdurch bewirkter Verwandlung der an den obersten Wurzeln befindlichen Nymphen zu geflügelten Insekten, es einer gewissen, andauernd trockenen und warmen Zeit bedurfte, bis der Boden zu der Tiefe abtrocknete und sich erwärmte, wo die Hauptmenge der Wurzeln, beziehungsweise der Nymphen, sich befand. In Folge dieses Umstandes mußten die geflügelten Insekten dazwischen verschwinden, um, wie es thatsächlich auch geschah, nachher in vermehrter Anzahl wieder aufzutreten. Ein plötzliches Verschwinden der Nymphen konnte nicht beobachtet werden, dagegen zeigte es sich, früheren Beobachtungen entsprechend, daß Nymphen an stark zurückgegangenen, wenig frische Wurzeltriebe und demnach auch wenig Nodositäten tragenden Reben selten anzutreffen sind, während sie sich namentlich an großen und saftreichen Wurzelanschwellungen reichlich zu finden pflegen.

Aus den Beobachtungen im Freien, sowie an den im Zimmer gezüchteten geflügelten Rebläusen ergiebt sich, daß die letzteren besonders in der Zeit von 1 bis 4 Uhr Nachmittags über der Erde zu erscheinen und zu fliegen pflegen.[1])

Die letzte Häutung der Nymphe zum geflügelten Insekt scheint in der Regel noch unter, aber in nächster Nähe der Erdoberfläche stattzufinden. Dafür spricht, daß in dem Zuchtglase, an der Wand desselben, über der Erde wohl die aufwärts wandernden Geflügelten in großer Zahl, dagegen Nymphen oder deren abgestreifte Häute nur ganz ausnahmsweise beobachtet werden konnten. Da, wie bemerkt, die Nymphen über der Erde in der Regel nicht zu beobachten waren, andererseits geflügelte Rebläuse unter der Erdoberfläche häufig sich zeigten, so kann man das täglich sich wiederholende, nahezu gleichzeitige Erscheinen der Geflügelten über dem Erdboden in den Zuchtgläsern nur so erklären, daß die Nymphen vor ihrer letzten Häutung bis nahe unter die Oberfläche wandern, woselbst dann die letzte Häutung stattfindet. Diese Auffassung stimmt auch mit der bereits 1876 von Boiteau geäußerten Ansicht im Wesentlichen überein. Derselbe sagt bei Gelegenheit der Besprechung des Ueberganges der Nymphe in das geflügelte Insekt: „Après un temps non déterminé et plusieurs mues, ils abandonnent les racines pour se porter à la surface du sol ou ils apparaissent munis d'ailes. La transformation complète doit s'opérer dans le parcours entre

---

[1]) Boiteau, Le phylloxera ailé et sa descendance, 1876. p. 4/5, sagt hierüber: „Le phylloxera ailé ne sort pas du sol en égale quantité à toutes les heures de la journée. Le moment le plus favorable, celui que j'ai constaté comme donnant le plus grand nombre, est entre deux et quatre heures du soir".

Valéry-Mayet, Les insectes de la vigne, 1890, p. 86, äußert: „Entre midi et 2 heures, si le temps est beau, le phylloxera ailé prend son vol".

A. A. Jakowlew, Отчетъ Господину Министру и. т. д. Тифлисъ 1892. bemerkt in dieser Richtung: Die Untersuchung der Spinngewebe zu verschiedenen Zeiten des Tages ergab, daß von 11 bis 12 Uhr die geflügelte Reblaus nicht zu finden ist und daß sie erst nach dieser Zeit in die Spinngewebe gelangt, wo man sie von 2—5 Uhr Nachmittags in größter Zahl beobachten kann.

la racine et la surface du sol, car je n'ai jamais vu d'ailé sur les racines, ni d'individu non complètement transformé extérieurement".[1])

Das geflügelte Insekt scheint mit Vorliebe nach der Richtung zu streben, wo das meiste Licht sich befindet, wie daraus hervorgeht, daß die Geflügelten sich stets an der dem Fenster zugekehrten Seite des Zuchtglases sammelten. Dieses Verhalten begünstigt offenbar die Verbreitung dieser Insekten durch den Wind. Denn indem das Thier den Orten, welche die größte Helligkeit besitzen, zustrebt, gelangt es nothwendig an die freieren, dem Winde mehr ausgesetzten Theile der Rebe.[2])

Beobachtungen verschiedener Natur.

1. Um einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Frage zu gewinnen, wie lange eine der wurzelbewohnenden Form angehörende Reblaus in trockener Luft ohne Nahrung am Leben bleiben kann, wurde der folgende Versuch ausgeführt. Am 24. August um $9^1/_2$ Uhr Vormittags wurden mehrere der gewöhnlichen Wurzelform angehörende Rebläuse verschiedenen Alters in ein durch Papier verschlossenes Glas gebracht. Um die Insekten in keiner Weise zu verletzen, wurden dieselben in der Art von der Wurzel, an der sie saßen, getrennt, daß der Oberfläche der letzteren entlang ein flacher Schnitt geführt wurde. Die Thiere blieben auf diese Weise ungestört an ihrem Platze, während der bei Weitem größte Theil der Wurzel entfernt war. Um 2 Uhr 45 Minuten Nachmittags war das abgeschnittene, die Rebläuse tragende, dünne Wurzelstückchen vollkommen vertrocknet und von den Läusen verlassen. Die letzteren wanderten nun auf dem als Unterlage dienenden Papiere umher. Am 25. August war ein Theil der Läuse bis fast zur Unkenntlichkeit vertrocknet. Nur noch eine zwischen der zweiten und dritten Häutung stehende Laus wanderte langsam hin und her. Nachmittags um 4 Uhr war auch diese Laus stark zusammengeschrumpft und todt. Demnach war dieses Insekt unter den geschilderten Verhältnissen über 20 Stunden lang am Leben geblieben. — Dagegen blieb in einer schwach feucht gehaltenen Glaskammer eine der größeren Form gehörende Nymphe vier Tage lang ohne jegliche Nahrung am Leben.

2. Am 26. August fand ich an einem Rebenblatte (Burgunder) eine kleine, von ihren Insassen verlassene Galle, welche nach meinen bisherigen Erfahrungen nur von der Reblaus herrühren konnte. Diese Beobachtung ist insofern nicht ohne Interesse, als durch dieselbe mit großer Wahrscheinlichkeit dargethan wird, daß auch die gallenbewohnende Form der Phylloxera vastatrix bei uns in Deutschland, und zwar an einheimischen Reben, wenn auch offenbar sehr selten auftritt [3]). Es ist dies in Deutschland, meines Wissens wenigstens, der erste und bis jetzt auch der einzige beobachtete Fall des Auftretens von Reblausblattgallen.

[1]) P. Boiteau, Le phylloxera ailé et sa descendance. 1876. p. 4.

[2]) Die Beobachtung von Franceschini, nach welcher die geflügelten Rebläuse sich der Gewalt des Windes nicht auszusetzen und an windigen Tagen nicht zu fliegen pflegen, dürfte hierzu nur in einem scheinbaren Gegensatze stehen, da bereits schwache Luftströmungen die Fortbewegung so leichter und mit verhältnißmäßig großen Flügeln versehener Insekten unzweifelhaft wesentlich zu begünstigen vermögen. Vergl. Bollettino di Notizie agrarie 1892. No. 28. p 363. ff.

[3]) Die Herren Oberleiter der Reblausbekämpfungsarbeiten in der dortigen Gegend, Major z. D. Dr. von Heyden und Kgl. Garteninspektor Ritter, welchen ich das Objekt zeigte, theilten meine Ansicht.

b. Im Jahre 1892 ausgeführte Beobachtungen.

Als Beobachtungsfeld diente in diesem Jahre, ein bei Beginn der Arbeiten 29 infizirte, schon ältere Reben umfassender, in einem Seitenthale der Ahr in der Gemarkung Lohrsdorf gelegener Reblausherd. In Folge andauernder Trockenheit und Hitze war der Boden trocken und hart geworden. Diese Umstände erschwerten das Arbeiten erheblich, da nur in größerer Tiefe, und auch da nur spärlich, frische Wurzeltriebe gefunden werden konnten.

Versuche zur Züchtung geflügelter Rebläuse.

Wie im Jahre zuvor, wurde auch im Jahre 1892 eine Anzahl von Gläsern mit nymphenhaltenden Wurzeln und Erde beschickt und mit einer Papierdecke verschlossen. Es wurden in diesen Gläsern mehrfach geflügelte Rebläuse erhalten; dieselben traten jedoch in weit geringerer Anzahl auf, wie im Vorjahre, was wohl auf das für die Entwickelung der Nymphen weniger geeignete Wurzelmaterial zurückzuführen ist. In Uebereinstimmung mit den Beobachtungen im Jahre 1891 zeigte es sich, daß die meisten Exemplare die Häutung zum geflügelten Insekt unter der Erde durchmachten und erst nach derselben den Erdboden verließen. Es konnten indessen einzelne Exemplare beobachtet werden, welche schon als Nymphen den Erdboden verlassen hatten und die Häutung zum geflügelten Insekt über der Oberfläche durchmachten. Bei den erhaltenen geflügelten Insekten trat das Bestreben, dem Lichte zuzuwandern, wiederum deutlich hervor.

Versuche betreffend die Ansiedelung geflügelter Rebläuse auf den Rebenblättern.

Die Anordnung der Versuche geschah in der bereits für das Jahr 1891 angegebenen Weise. Da sich 1892 die Peronospora viticola nicht einstellte, so konnten die in Blumentöpfe in Erde gesetzten Rebentriebe mit ihren Blättern während der ganzen Dauer dieser Versuche, also über 14 Tage lang, frisch erhalten werden. Die Beschickung erfolgte durch unmittelbares Einbringen bei den vorher beschriebenen Versuchen gezüchteter geflügelter Rebläuse, sowie durch mit Nymphen behaftete Wurzeln, welche mit etwas Erde bedeckt wurden.

Trotzdem acht Versuche in dieser Richtung eingeleitet worden waren, gelang es nur in zwei Fällen, je eine geflügelte Reblaus zu dauernder Ansiedelung zu bringen, was immerhin gegen das Vorjahr einen Fortschritt darstellt, wo diese Versuche zu gar keinem Ergebnisse führten.

Die beiden geflügelten Phylloxeren hatten sich an der Unterseite je eines Rebenblattes festgesetzt. Die Ansiedelung der einen geflügelten Reblaus erfolgte am 31. August, die der anderen am 2. September 1892. Erstere blieb bis zum 6., letztere bis zum 7. September sitzen, ohne sich von der Stelle zu rühren und ohne Eier zu legen. Da inzwischen sehr kühles Wetter eingetreten war, welches der Weiterentwickelung der Insekten hinderlich sein mußte, so wurden die beiden geflügelten Thiere am 6., beziehungsweise am 7. September von den Blättern genommen und untersucht. Dabei zeigte es sich, daß die eine Laus drei deutlich sichtbare Eier enthielt, während in der

anderen zwei in Bildung begriffene Eier zu sehen waren. Die Länge der beiden Läuse betrug 1,45 mm beziehungsweise 1,09 mm.

Diese Beobachtung ist insofern nicht ohne Interesse, als sie zeigt, daß das geflügelte Insekt unter Umständen über eine Woche lang an den Blättern und, dem Anscheine nach, in bestem Wohlbefinden sich aufhalten kann, ohne daß es zur Ablage von Eiern kommt. Nach Valéry Mayet[1]) ist die geflügelte Reblaus befähigt, etwa 24 Stunden nach ihrer Ansiedelung auf dem Blatte Eier zu legen. Die hier beobachtete bedeutende Verzögerung der Eierablage kann vielleicht durch die am 1. September eingetretene kühle Witterung bedingt worden sein. Möglicherweise handelte es sich aber in den beiden beobachteten Fällen um solche geflügelte Rebläuse, welche, wie oben mitgetheilt, im Augenblick des Ausschlüpfens aus der Nymphe eine Entwickelung von Eiern nicht erkennen lassen. Uebrigens ist auch bereits von Boiteau Aehnliches beobachtet worden, denn derselbe sagt bezüglich der Eierablage der geflügelten Rebläuse Folgendes: Une fois fixés sous les feuilles de vigne, ils y implantent leur suçoir, et se nourrissent des sucs qui en proviennent pendant un temps qui n'est pas bien déterminé, mais qui ne doit pas dépasser 7 ou 8 jours".[2]) Daß hiermit die Zeit bis zur Eierablage gemeint ist, geht aus dem später folgenden Satz hervor, in welchem es heißt: ‚Après avoir pondu, l'insecte ailé meurt sur les lieux mêmes ou à peu de distance".[3])

Die Nachkommen der geflügelten Rebläuse betreffende Beobachtungen.

Die in dieser Richtung im Freien angestellten Nachforschungen führten zu einem Ergebniß nicht, trotzdem nahezu alle Blätter der auf dem Beobachtungsfelde befindlichen infizirten und eine größere Zahl von Blättern der nicht infizirten Reben auf das Vorhandensein geflügelter Rebläuse beziehungsweise von deren Eiern abgesucht wurden. Auch die unter der lockeren Rinde der Triebe angestellten Nachforschungen nach dem Winterei hatten keinen Erfolg. Am 2. September wurde in einem der zur Anzucht von geflügelten Rebläusen bestimmten Gläser an der Glaswand des Gefäßes eine geflügelte Reblaus gefunden, an deren Hinterleib ein von ihr abgelegtes Ei hing. Die Laus selbst war bereits todt und ziemlich stark geschrumpft. Sie maß in diesem Zustande in der Länge 0,91 mm; im Leben dürfte sie die Länge von etwa 1 mm erreicht haben. Das hellgelbe Ei war 0,31 mm lang und 0,16 mm breit. Boiteau[4]) giebt für die größeren Eier der geflügelten Reblaus die Länge von 0,32 mm und die Breite von 0,15 mm an, während nach Valéry-Mayet[5]) die größeren Eier des genannten Ursprungs ungefähr 0,40 mm lang und 0,20 mm breit sein sollen.

Das beschriebene Ei wurde behufs weiterer Beobachtung in einen hohlgeschliffenen Objektträger gebracht und mit einem Deckglase bedeckt. Trotzdem dieser Objektträger in einem mäßig feuchten Raum gehalten wurde, erschien das Ei bereits am nächsten Tage stark geschrumpft und todt.

---

[1]) Les insectes de la vigne 1890, p. 86.

[2]) Boiteau, Le phylloxera ailé et sa descendance 1876, p. 5.

[3]) A. a. O. p. 7.

[4]) A. a. O. p. 7.

[5]) Les insectes de la vigne 1890. p. 86.

Beobachtungen verschiedener Art.

1. Einfluß des Hungerns auf die geflügelte Reblaus.

Diese Versuche sollten die Frage beantworten, ob die geflügelte Reblaus im Stande ist, ohne vorausgegangene Nahrungsaufnahme entwickelungsfähige Eier zu legen. Zu diesem Zwecke wurde am Nachmittage des 2. September eine geflügelte Reblaus in den Hohlraum eines hohlgeschliffenen Objektträgers gebracht und mit einem Deckglase bedeckt. Letzteres wurde an zwei seiner Ecken mit einem Tröpfchen Asphaltlack am Objektträger befestigt. Es war auf diese Weise eine kleine Kammer hergestellt, zu welcher die Luft Zutritt hatte und in welcher das Insekt sich frei bewegen, aus welcher es aber nicht entweichen konnte. Diese Kammer wurde unter eine Glasglocke gebracht, in welcher die Luft durch einen Bausch nassen Filtrirpapiers feucht erhalten wurde. Am 5. September um 5 Uhr Nachmittags zeigte sich der Hinterleib des Insektes stark zusammengezogen, doch fand noch eine schwache Bewegung der Fühler und Beine statt. Auch am Nachmittage des 6. September bewegte das Insekt noch die Fühler. Am Vormittage des 7. September konnte eine Bewegung nicht mehr wahrgenommen werden; das Thier erschien todt. Eine Ablage von Eiern hatte während der Dauer des Versuchs nicht stattgefunden.

Am 3. September wurde eine zweite geflügelte Reblaus in der oben beschriebenen Weise eingeschlossen. Dieses Insekt zeigte am 7. September, wo die Versuche abgebrochen wurden, noch eine schwache Bewegung der Beine. Eier wurden nicht gelegt.

Am 6. September wurden noch eine weitere Geflügelte und eine Nymphe in der vorbeschriebenen Weise behandelt. Bei Abbruch der Versuche am 7. September zeigten die beiden Insekten noch lebhafte Bewegung.

Nach diesen Versuchen legten die geflügelten Rebläuse keine Eier, trotzdem sie bis über vier Tage ohne jegliche Nahrung am Leben blieben. Es konnte somit die Eingangs gestellte Frage nicht beantwortet werden.

2. Unterirdische Ausbreitung der Reblaus.

Da der als Beobachtungsfeld dienende Reblausherd nach seiner Auffindung etwa um Mitte Juli, behufs Feststellung der Anzahl der infizirten Reben untersucht worden war, so erschien es von Interesse, zu ermitteln, um wie viel sich seitdem bis gegen Ende August die Infektion ausgedehnt hatte. Zu diesem Zwecke wurden sämmtliche Reben untersucht, welche an die am äußeren Rande des Herdes stehenden infizirten Reben grenzten. Es waren dies im Ganzen 19 Reben, von welchen 8 sich als verseucht erwiesen. Da der Reblausherd bei seiner Auffindung 29 von der Reblaus befallene Reben gezeigt hatte, so hatte er sich in etwa anderthalb Monaten durch die unterirdische Wanderung der Reblaus um ungefähr $27^1/_2$ % des ursprünglichen Bestandes vergrößert.

3. Kurze Zusammenstellung der hauptsächlichsten Beobachtungsergebnisse betreffend die geflügelte Phylloxera vastatrix.

1. Die Körperlänge der geflügelten Rebläuse schwankt zwischen 0,8 und 1,6 mm. — Am meisten vertreten sind die Längen von 1,0 bis 1,5 mm.

2. Die Anzahl der von den geflügelten Rebläusen gelegten Eier scheint zwischen 1 und 7 zu schwanken. Meist werden jedoch 2—4 Eier gelegt.

3. Nässe und dadurch bedingte Kälte des Erdbodens verzögern das Auftreten geflügelter Rebläuse sehr wesentlich.

4. Es scheint, daß die Umwandlung der Nymphe in das geflügelte Insekt in der Regel nicht über, sondern in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche erfolgt

5. Das Erscheinen der geflügelten Rebläuse über der Erde, beziehungsweise das Fliegen derselben, findet in der Regel in der Zeit von 1 bis 4 Uhr Nachmittags statt.

6. Die geflügelte Reblaus hat unmittelbar nach ihrem Erscheinen über der Erde das Bestreben, sich an die Orte größter Belichtung an den Reben zu begeben.

7. Es kann vorkommen, daß geflügelte Rebläuse 6 und mehr Tage an einem Rebenblatte angesiedelt sind, ohne Eier zu legen.

8. Die geflügelten Rebläuse enthalten Eier von verschiedener Größe. Es erscheint jedoch nach den bisherigen Beobachtungen an der Ahr wahrscheinlich, daß eine und dieselbe geflügelte Phylloxera vastatrix in der Regel nur Eier von einerlei Größe enthält.[1]) (Vergl. Abbildungen auf Tafel XX.)

Zum Schlusse erfülle ich nur eine angenehme Pflicht, indem ich den beiden Oberleitern der Reblausbekämpfungsarbeiten an der Ahr und bei Linz a. Rh., Herrn Major z. D. Dr. von Heyden und Herrn Königl. Garteninspektor Ritter, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche für die thatkräftige Unterstützung, welche sie mir bei den geschilderten Arbeiten haben zu Theil werden lassen.

Erklärung der Tafeln.[2])

(Die Abbildungen sind sämmtlich stark vergrößert.)

Tafel XIX. (Nymphen.)

Figur 1 bis 3. Verschiedene Entwickelungsstadien der kleinen, breitovalen Nymphenform.

Figur 1a. Drei Eier der gewöhnlichen wurzelbewohnenden Form der Phylloxera vastatrix.

Figur 3. Vor der letzten Häutung zum geflügelten Insekt stehende Nymphe der kleinen Form.

Figur 4 bis 8. Verschiedene Entwickelungsstadien der großen, langgestreckten Nymphenform.

Figur 7. Vor der letzten Häutung zum geflügelten Insekt stehende Nymphe.

Figur 8. In der Häutung zum geflügelten Insekt befindliche Nymphe. Kopf und Vorderbrust des geflügelten Insektes ragen bereits aus der gesprengten Nymphenhaut hervor.

---

[1]) Valéry-Mayet (Les insectes de la vigne 1890 p. 86) sagt hierüber: M. Balbiani a vu souvent, dit-il, les deux sortes d'oeufs pondus par le même insecte. Le cas est rare, d'après ce que nous avons observé à Montpellier. Généralement, les oeufs qui donneront des mâles sont produits par des Ailés de petite taille, et ceux d'ou sortiront les femelles par des Ailés d'un millimetre et quart de longueur. Ces deux types de la forme Colonisatrice, types bien tranchés, ont donc leur raison d'être. Ils ont été remarqués, dès 1871, par M. Planchon, qui leur avait donné le nom de Androphore et de Gynéphore" . . .

[2]) Die wohlgelungenen photographischen Abbildungen verdanke ich dem ständigen technischen Hülfsarbeiter im kaiserl. Gesundheitsamte, Herrn Dr. Heise, der dieselben nach von mir an Ort und Stelle an der Ahr hergestellten Präparaten angefertigt hat. Die Vergrößerung ist überall die gleiche, bis auf die Figuren 3, 4, 5 und 6 auf Tafel XXI welche bedeutend stärker vergrößert sind. D. Verf.

Figur 9a. Soeben von dem geflügelten Insekt 9b abgestreifte Nymphenhaut Durch den Körper der geflügelten Phylloxera Fig. 9b sieht man zwei noch unvollkommen entwickelte Eier hindurchschimmern. Die Flügel sind noch zusammengefaltet.

Figur 10a. Von der geflügelten Reblaus 10b abgestreifte Nymphenhaut, aus welcher das eine Paar Flügel nicht hat befreit werden können. Im Körper der Geflügelten sind drei bereits weit entwickelte Eier sichtbar.

Tafel XX. (Geflügelte Form.)

Figur 1 bis 13. Geflügelte Form der Phylloxera vastatrix. Die Eier sind deutlich sichtbar.

Figur 14 und 15. Zum Vergleich beigegebene große und kleine Form der geflügelten Phylloxera der Eiche.

Figur 12. Das Geäder der Flügel, sowie die Stellung der Letzteren beim Fluge ist hier besonders gut erkennbar. Der hintere Flügel ist in die am hinteren Rande des Vorderflügels befindliche Falte eingehakt.

Ein Blick auf die sämmtlichen Figuren dieser Tafel zeigt, daß die Eier einer und derselben geflügelten Phylloxera unter sich gleich groß sind, während die Eier verschiedener Exemplare von einander abweichende Größenverhältnisse darbieten.

Dieser Umstand dürfte für die Art der Ausbreitung der Reblauskrankheit durch das geflügelte Insekt von erheblicher Bedeutung sein. Es ist bekannt, daß die größeren Eier geschlechtlich sich fortpflanzende Weibchen, die kleineren Eier die dazu gehörenden Männchen liefern. Zur Gründung einer neuen Kolonie wären demnach stets, oder doch in der Regel, mindestens zwei geflügelte Phylloxeren erforderlich, von welchen das eine Exemplar Träger der größeren, das andere Exemplar Träger der kleineren Eier sein müßte. Sollen aber die diesen Eiern entstammenden Thiere zum Zwecke der Begattung sich finden, so dürfen die Eier auch nicht in großer Entfernung von einander, z. B. an zwei verschiedenen Rebstöcken, abgelegt werden. Endlich erscheint es erforderlich, daß die beiden Arten von Eiern nahezu um dieselbe Zeit gelegt worden sind. Aus dem Erwähnten geht hervor, daß eine Verbreitung der Reblauskrankheit durch die geflügelte Reblaus um so langsamer stattfinden wird, je kleiner die Infektionen und je weniger zusammenhängend die die Reblausherde umgebenden Rebenbestände sind. Die Verbreitung des Uebels wird daher zu der Zeit, wo die Reblausherde noch klein und wenig zahlreich in einer Gegend sind, weit mehr auf anderen Wegen, wie durch das geflügelte Insekt erfolgen. Ist aber auf solche Weise ein Herd allmälig zu größerer räumlicher Ausdehnung gelangt und befinden sich in der Umgebung desselben ausgedehnte zusammenhängende Rebenbestände, so nimmt die Wahrscheinlichkeit, daß die Nachkommen der geflügelten Rebläuse die zur Erfüllung ihrer Bestimmung erforderlichen Bedingungen finden, in steigendem Maße zu. Hieraus erklärt sich die, nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern beobachtete, langsame Ausbreitung des Uebels[1]) in

[1]) „Ce développement des premières taches est, le plus généralement, d'une excessive lenteur. Pendant plusieurs années, la tache peut ne paraître subir qu'un accroissement sans importance et c'est précisément la lenteur de ce développement qui fait croire si souvent aux propriétaires que la maladie est sans gravité et que des circonstances particulières le protégent contre la dévastation rapide qui est le caractère plus connu du fléau.“ (G. Gastine et Georges Couanon, Emploi du sulfure de carbone contre le phylloxera. Paris, Bordeaux 1884. p. 41.)

der ersten Zeit des Auftretens, und es ist ohne Weiteres verständlich, daß die bisher bei uns geübte, möglichst vollständige Unterdrückung neu erscheinender Reblausherde auch in dieser Beziehung von großer Bedeutung gewesen ist und noch ist. Es erhellt hieraus aber auch, wie ungemein wichtig es ist, daß Alles vermieden werde, was einer Verschleppung der Reblaus durch den Menschen selbst, oder einer Verzögerung der Auffindung von Reblausherden Vorschub leisten könnte, und es ist sehr zu bedauern, daß dies, wie die Erfahrung gezeigt hat, von den zunächst Betroffenen oft noch nicht in genügendem Maße gewürdigt wird.

Tafel XXI. (Abnormitäten.)

Figur 1. Eine Nymphe der langgestreckten Form, welche bei a zwei eigenthümliche Hautausstülpungen zeigt.

Figur 2 und 6. Ein in entwickelungsgeschichtlicher Beziehung interessantes Exemplar der Phylloxera vastatrix. Die großen zusammengesetzten Augen, die Gestalt der Fühler und die — besonders bei der stärkeren Vergrößerung in 6 — deutlich erkennbaren Anfänge der Flügelscheidenbildung lassen das Insekt als Nymphe ansprechen, während andererseits die allgemeine Körpergestalt, sowie das Vorhandensein eines weit entwickelten Eies im Innern des Leibes für die gewöhnliche, ungeflügelt bleibende Wurzelform der Phylloxera vastatrix bezeichnend sind. Man hat es hier offenbar nicht mit einer echten, nur in der Entwickelung zurückgebliebenen Nymphe, sondern mit einer Art Zwischenglied zwischen der ungeflügelt bleibenden Wurzelform und der Nymphe zu thun.

Figur 5. Ein der Figur 6 entsprechender Theil eines zweiten Exemplars der unter Fig. 2 und 6 besprochenen Form.

Figur 3. Kopf einer Nymphe von Phylloxera vastatrix mit verschieden gestalteten Fühlern. Rückenansicht.

Figur 4. Dasselbe Insekt wie Fig. 3. — Das lange Endglied des einen Fühlers ist abgebrochen.[1]) Bauchansicht.

III. Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Mittel bei ihrer Anwendung zur Bekämpfung der Reblaus.

A. Wirkung des Ueberbrausens der Bodenoberfläche mit Petroleum auf die im Boden befindlichen Rebläuse.

Für die Art der Ausführung dieser Versuche war die Erwägung maßgebend, daß sowohl die Bodenbeschaffenheit, als auch die Mengen des angewandten Petroleums und endlich die Witterungsverhältnisse — ob regnerisches oder trockenes Wetter — die Ergebnisse erheblich beeinflußen können. Der ohne Zweifel ebenfalls vorhandene Einfluß der Temperatur konnte bei diesen Versuchen eine Berücksichtigung nicht finden.

Es wurde die Beantwortung der folgenden Fragen zur Aufgabe gestellt:

1. Bis zu welcher Tiefe wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum bei einem Boden, wenn derselbe

a) mit Steinen bedeckt,

b) an der Oberfläche von Steinen frei ist?

---

[1]) Durch einen Zufall war das Präparat erwärmt und der Kanadabalsam dadurch erweicht worden. Bei einer hierbei erfolgten Verschiebung des Objektes brach das erwähnte Glied des Fühlers ab.

2. Wie wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum, wenn nach demselben eine Besprengung der betreffenden Fläche mit Wasser eintritt?

a) auf mit Steinen bedecktem,

b) auf solchem Boden, welcher an der Oberfläche von Steinen frei ist?

3. Wie wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum, wenn der Boden vorher schon naß war?

Versuch 1.

Bis zu welcher Tiefe wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum bei einem Boden, wenn derselbe

a) mit Steinen bedeckt,

b) an der Oberfläche von Steinen frei ist?

Ausführung des Versuches. Auf dem sandigen, fast ganz steinfreien Lößboden eines verseuchten Weinberges in der Umgegend von Freyburg a. U. wurde eine 8 qm große Fläche abgemessen und in der in nebenstehender Zeichnung Fig. 15 angedeuteten Weise in Felder von 1 qm Größe zerlegt. Die Felder a_1 bis a_4 wurden mit zu diesem Zwecke herbeigeschafften Steinen verschiedener Größe belegt, während die Oberfläche von b_1 bis b_4 unverändert blieb. Auf jedem der Felder waren vier Löcher von verschiedener Tiefe angebracht worden, welche zur Aufnahme der durchgängig stark verseuchten, aus demselben Weinberge stammenden Wurzeln dienten. Nachdem die Löcher mit den Wurzeln beschickt waren, wurden dieselben mit der entsprechenden Erde wieder geschlossen. Darauf wurden a_1, a_2, b_1 und b_2 mit je 1 Liter Petroleum und a_3, a_4, b_3 und b_4 mit je 2 Liter Petroleum pro qm Oberfläche überbraust. Dies geschah am 11. September 1889. Am 16. und 17. September wurden die Wurzeln — die Stellen, an welchen sie eingegraben waren, waren z. Zt. durch Holzpflöckchen bezeichnet worden — wieder dem Boden entnommen, und es wurde nun die Anzahl der daran vorhandenen lebenden und

1 Liter Petroleum pro qm.	2 Liter Petroleum pro qm.
a_1: 0,5—2 cm todt 100 %; 1—6 cm todt 72 %; 14 cm todt 33 %; 20 cm todt 0 %	a_4: 2—5 cm todt 100 %; 7 cm todt 100 %; 13—15 cm todt 54 %
a_2: 8—10 cm todt 50 %; 18 cm todt 0 %	a_3: 0,5—3 cm todt 100 %; 13—15 cm todt 0 %; 18 cm todt 0 %
b_1: 3—4 cm todt 100 %; 9—10 cm todt 60 %; 10—12 cm todt 0 %	b_4: 2—4 cm todt 100 %; 7 cm todt 100 %; 10—14 cm todt 100 %
b_2: 2—4 cm todt 100 %; 12 cm todt 0 %	b_3: 3—4 cm todt 100 %; 10—11 cm todt 100 %; 13—15 cm todt 88 %

Fig. 15.

todten Rebläuse bestimmt. Vorstehende Fig. 15 zeigt das Ergebniß dieser Untersuchung in Zahlen, welche den Procentsatz der getödteten Rebläuse angeben. Vor diesen Zahlen ist die Tiefe, in welcher die Wurzeln im Boden sich befunden hatten, in Centimetern ausgedrückt. Aus der Uebersicht geht zunächst hervor, daß unter den obwaltenden Bodenverhältnissen alle bis zu einer Tiefe von 4 cm unter der Oberfläche vorhanden gewesenen Rebläuse durch das Ueberbrausen mit Petroleum getödtet worden waren, und zwar gleichgültig, ob 1 oder 2 Liter auf ein Quadratmeter verwandt worden, sowie ob die Bodenoberfläche mit Steinen bedeckt oder von denselben entblößt gewesen war. Weiter zeigt der Versuch, daß in einer Tiefe von 9—15 cm der Erfolg des Ueberbrausens mit Petroleum ein recht mangelhafter war, indem im Durchschnitt aus sämmtlichen einschlagenden Beobachtungen nur ca. 28 % der Rebläuse, also kaum ein Drittel, getödtet worden, während bei der Anwendung von 2 Litern Petroleum in der angeführten Tiefe 68 % aller vorhandenen Rebläuse zu Grunde gegangen waren. Die Felder a_3, a_4, b_4 und b_3 geben einen deutlichen Fingerzeig bezüglich des Einflusses, welcher von einer Bedeckung des Bodens mit Steinen auf die Wirkung des Ueberbrausens ausgeübt wird. Während die an der Oberfläche von Steinen freien und in gleicher Weise mit Petroleum behandelten Felder b_3 und b_4 bezüglich der in gleicher Tiefe erzielten Ergebnisse nur verhältnißmäßig geringe Abweichungen unter einander zeigen, bieten die mit Steinen bedeckt gewesenen Felder a_4 und a_3 die größten Verschiedenheiten in dieser Beziehung dar. So wurden bei a_4 in einer Tiefe von 13 bis 15 cm noch 54 % der Rebläuse todt gefunden, während bei a_3 in derselben Tiefe Alles lebte. Der Grund für diese Erscheinung dürfte wohl darin zu suchen sein, daß durch die Steine eine gleichmäßige Benetzung der darunter liegenden Bodenfläche beim Ueberbrausen mit Petroleum verhindert worden war. Auf diejenigen Stellen der Bodenoberfläche, welche mit den zwischen den deckenden Steinen befindlichen Lücken zusammenfielen, mußte durch das Abfließen des Petroleums von den für dasselbe undurchdringlichen Steinen beträchtlich mehr Petroleum gekommen sein, als auf die von den Steinen bedeckten Stellen.

Daraus erklärt sich leicht daß auf solchen Feldern in gleicher Tiefe das Petroleum sehr verschiedene Wirkungen hervorbringen kann.

Die Eingangs gestellte Frage würde hiernach dahin zu beantworten sein, daß:

1. durch das Ueberbrausen mit Petroleum unter den bei diesen Versuchen obwaltenden Bodenverhältnissen bis zu einer Tiefe von 4 cm unter der Bodenoberfläche alle Rebläuse getödtet werden, gleichgültig ob der Boden mit Steinen bedeckt ist oder nicht und ob 1 oder 2 Liter Petroleum pro qm zur Anwendung gelangen; daß

2. im Uebrigen eine Bedeckung der Bodenoberfläche mit Steinen unter Umständen die Gleichmäßigkeit der Wirkung des Ueberbrausens mit Petroleum bedeutend beeinträchtigt.

Versuch 2.

Wie wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum, wenn nach demselben eine Besprengung der betreffenden Fläche mit Wasser eintritt

a) auf mit Steinen bedecktem

b) auf solchem Boden, welcher an der Oberfläche von Steinen frei ist?

Ausführung des Versuches. In demselben Weinberg und unter den gleichen Bodenverhältnissen, wie bei Versuch 1 wurde eine Fläche von 16 qm Größe abgemessen und in der durch Fig. 16 veranschaulichten Weise in 16, je 1 qm große Felder getheilt.

	½ Liter Petroleum pro 1 qm	1 Liter Petroleum pro 1 qm	1½ Liter Petroleum pro 1 qm	2 Liter Petroleum pro 1 qm
3 Liter Wasser pro 1 qm	a_1 0,5—5 cm todt 100% 5—8 cm todt 100% 10 cm todt 0% 12—15 cm todt 0%	a_2 3—4 cm todt 100% 10 cm todt 86% 15 cm todt 50%	a_3 7 cm todt 100% 10 cm todt 100% 15 cm todt 100%	a_4 4—5 cm todt 100% 7—10 cm todt 100% 15 cm todt 80%
6 Liter Wasser pro 1 qm	a_5 8 cm todt 100% 14 cm todt 0% 15 cm todt 0%	a_6 4—5 cm todt 100% 7—9 cm todt 100%	a_7 1—3 cm todt 100% 7—8 cm todt 100% 15 cm todt 15%	a_8 1—3 cm todt 100% 6—8 cm todt 100% 11—15 cm todt 100%
3 Liter Wasser pro 1 qm	b_1 2—3 cm todt 100% 4—6 cm todt 100% 12 cm todt 50%	b_2 0,5—4 cm todt 100% 10 cm todt 100% 10—12 cm todt 100% 15—16 cm todt 50%	b_3 10 cm todt 100% 14 cm todt 43%	b_4 10 cm todt 100%
6 Liter Wasser pro 1 qm	b_5 7—8 cm todt 100% 9—10 cm todt 0%	b_6 0—5 cm todt 100% 1—3 cm todt 100% 10—12 cm todt 100% 20 cm todt 0%	b_7 5—6 cm todt 100% 10—15 cm todt 75%	b_8 3—5 cm todt 100% 15 cm todt 100% 16—18 cm todt 100%

Fig. 16.

Die Oberfläche aller mit a bezeichneten Felder wurde mit einer Lage von Steinen bedeckt, während die mit b bezeichneten Felder von Steinen frei blieben. Die infizirten Wurzeln wurden in der gleichen Weise wie bei Versuch 1 in den Boden der einzelnen Felder gebracht.

Nachdem die einzelnen Felder mit den in der Zeichnung angegebenen Mengen Petroleum überbraust worden waren, wurden sie noch mit den, ebenfalls aus der Zeichnung ersichtlichen Mengen von Wasser überbraust. Das Ueberbrausen geschah wie bei allen diesen Versuchen stets vermittelst einer mit einer Brause versehenen Gießkanne.

Ein Blick auf die Fig. 16 lehrt, daß bei der Anwendung von 0,5 Liter Petroleum pro qm mit nachherigem Ueberbrausen mit 3 und 6 Litern Wasser pro qm alle Reb=

läuse bis zu einer Tiefe von 8 cm getödtet worden waren, gleichviel ob die Oberfläche des Bodens mit Steinen bedeckt war oder nicht, und ob 3 oder 6 Liter Wasser pro qm zur Verwendung gelangten. Bei der Verwendung von 1 Liter Petroleum pro qm betrug die Tiefe, bis zu welcher alle Rebläuse getödtet waren, auf den nicht mit Steinen bedeckten Feldern 12 cm, einerlei ob 3 oder 6 Liter Wasser pro qm zum Ueberbrausen gekommen waren. Auf den mit Steinen bedeckten Feldern derselben Reihe war das Resultat ein weniger günstiges.

Bei der mit 1,5 Liter Petroleum behandelten Reihe zeigte nur das erste Feld (a^1) wesentlich günstigere Verhältnisse, als das nebenliegende, mit 1 Liter Petroleum überbrauste (a_2). — Aus der mit 2 Liter Petroleum behandelten Reihe ergiebt sich dagegen, daß — mit einer einzigen Ausnahme auf dem mit Steinen bedeckten Felde — alle Rebläuse bis zu einer Tiefe von 15 und mehr Centimeter getödtet worden waren.

Vergleicht man die Ergebnisse, welche auf den mit gleichen Mengen Petroleum behandelten Feldern der Versuche 1 u. 2 erzielt worden sind, so zeigt sich namentlich bei den Versuchen, bei welchen 1 Liter Petroleum pro qm zur Verwendung gekommen war, unverkennbar, daß durch die, der Petroleumbehandlung unmittelbar folgende Wasserüberbrausung die tödtende Wirkung der Petroleumbrause wesentlich ausgedehnt worden ist.

Der Einfluß der Bewässerung zeigte sich auch äußerlich auffallend in der Färbung der Felder bei den Versuchen 1 und 2. Während die Felder des Versuches 1 durch ihre tiefdunkle Färbung von der Umgebung sich abhoben, zeigten sich die Felder des Versuches 2 kaum etwas dunkler gefärbt als die benachbarte Bodenfläche.

Die angeführten Erscheinungen dürften wohl darauf zurückzuführen sein, daß das Petroleum von dem nachfolgenden Wasser von der Oberfläche zum Theil mechanisch verdrängt und in größere Tiefe geführt wurde.

Auf Grund des Vorstehenden ist die Eingangs gestellte Frage dahin zu beantworten, daß ein auf das Ueberbrausen mit Petroleum unmittelbar folgende Besprengung mit Wasser (z. B. ein Regen), unter gleichen Bodenverhältnissen nicht nur nichts schadet, sondern vielmehr die Wirksamkeit des Verfahrens erhöht.

Versuch 2 wurde am 11. September 1889 eingerichtet; am 17. und 18. September fand die Untersuchung des Ergebnisses statt.

Versuch 3.

Wie wirkt das Ueberbrausen mit Petroleum, wenn der Boden vorher naß war?

Ausführung des Versuches. In demselben Weinberge und unter den gleichen Bodenverhältnissen, wie bei Versuch 1 und 2, wurde eine Fläche von 16 qm Größe abgemessen und wieder in 16 Felder von je 1 qm Fläche getheilt. Diese Felder wurden, in der durch die Zeichnung Fig. 17 veranschaulichten Weise theils ohne Wasser gelassen, theils mit je 0,5, 1 und 2 Liter Wasser pro qm überbraust. Nachdem dies geschehen, wurde mit Petroleum gebraust und zwar in Mengen von 0,5, 1, 1,5 und 2 Liter pro qm.

Vergleicht man in Fig. 17 die in den einzelnen senkrechten Reihen stehenden Felder unter einander, so erkennt man deutlich den hindernden Einfluß, welche eine vor dem Ueberbrausen mit Petroleum stattgehabte Durchfeuchtung des Bodens auf die Wirkung

des Verfahrens hat. Diese Wirkung der Durchfeuchtung wird besonders merkbar in den beiden ersten Reihen, in welchen ½ bezw. 1 Liter Petroleum pro qm zur Anwendung gelangten. In den beiden anderen Reihen, bei welchen größere Mengen von Petroleum verwandt wurden, tritt dieser Einfluß weniger deutlich zu Tage. Besonders gilt das von der dritten Reihe, welche, vielleicht in Folge besonderer örtlicher Verhältnisse, zu schwankenden Ergebnissen führte. Diese oben erwähnte Erscheinung dürfte ihre Erklärung wohl darin finden, daß das mit Wasser nicht mischbare und spezifisch leichtere Petroleum durch eine vorausgegangene Durchnässung der oberen Bodenschicht am Eindringen in den Boden zunächst gehindert und später, bevor es in den Boden eindringen kann, durch Verdunstung theilweise wieder entfernt wird.

Die Eingangs gestellte Frage ist demnach dahin zu beantworten, daß eine, dem Ueberbrausen mit Petroleum vorausgegangene Durchnässung des Bodens (z. B. durch der Behandlung vorausgegangenes Regenwetter) die Wirkung des Verfahrens nicht unerheblich beeinträchtigen kann.

Versuch 3 war am 10. September 1888 eingerichtet worden. Die Prüfung des Ergebnisses geschah am 13. und 14. und zum Theil auch noch am 16. September.

	½ Liter Petrol.	1 Liter Petrol.	1½ Liter Petrol.	2 Liter Petrol.
Ohne Wasser	a_1 1—2 cm todt 100 % 5 cm todt 80 % 8—9 cm todt 95 % 12 cm todt 90 %	a_2 3—4 cm todt 100 % 15 cm todt 93 % 20 cm todt 57 %	a_3 1—2 cm todt 100 % 3 cm todt 0 % 5 cm todt 100 %	a_4 15 cm todt 100 % 20 cm todt 100 %
½ Liter Wasser pro qm	a_5 1 cm todt 100 % 10—11 cm todt 64 % 25 cm todt 0 %	a_6 3—4 cm todt 100 % 19—20 cm todt 0 %	a_7 5—7 cm todt 100 % 20 cm todt 0 %	a_8 4 cm todt 100 % 15 cm todt 100 %
1 Liter Wasser pro qm	b_1 3 cm todt 100 % 14 cm todt 0 %	b_2 2 cm todt 100 % 14 cm todt 0 %	b_3 10 cm todt 100 %	b_4 7 cm todt 100 % 15 cm todt 0 %
2 Liter Wasser pro qm	b_5 1—3 cm todt 0 % 3—5 cm todt 0 % 15 cm todt 0 %	b_6 0,5 cm todt 100 % 4—6 cm todt 80 % 12—14 cm todt 0 % 20 cm todt 0 %	b_7 4 cm todt 100 % 9—10 cm todt 100 % 16—20 cm todt 15 %	b_8 0,5 cm todt 100 % 15—20 cm todt 0 %

Fig. 17.

Gleichzeitig mit den beschriebenen Versuchen wurde ein Kontrolversuch in der Weise ausgeführt, daß an einer anderen Stelle desselben Weinberges, und unter ähnlichen Bodenverhältnissen, in verschiedenen Tiefen stark infizirte Rebenwurzeln eingegraben wurden, um zu ermitteln, wie sich die Rebläuse unter solchen Umständen, wenn keine Petroleumbehandlung stattfand, verhalten würden. Die an verschiedenen Tagen aus verschiedenen Tiefen entnommenen Wurzeln erschienen hier stets ausschließlich mit lebenden Rebläusen besetzt, so daß mit Sicherheit anzunehmen ist, daß die in den Versuchen 1, 2 und 3 todt gefundenen Rebläuse auch wirklich der Einwirkung des Petroleums erlegen sind.

Aus den vorstehend geschilderten Versuchen ergiebt sich:

1. Die in einer Menge von 1—2 l pro Quadratmeter zur Anwendung kommende Petroleumbrause tödtet in sandigem Lößboden bis zu einer Tiefe von 4 cm alle Rebläuse.

2. Eine Bedeckung der Bodenoberfläche mit Steinen beeinträchtigt unter Umständen die Gleichmäßigkeit der Wirkung der Petroleumbrause bedeutend.

3. Ein nach dem Ueberbrausen mit Petroleum eintretender Regen kann die Wirkung der Petroleumbrause beträchtlich erhöhen.

4. Ein dem Ueberbrausen mit Petroleum vorausgegangener Regen kann dagegen die Wirksamkeit dieses Verfahrens bedeutend beeinträchtigen.

B. Wirkung des Kaliumsulfokarbonates bei seiner Anwendung zur Bekämpfung der Reblaus.

Versuch 1.

Steht das Kaliumsulfokarbonat in seiner Wirkung gegen die Reblaus dem Schwefelkohlenstoff als Hauptdesinfektionsmittel gleich?

Diese Versuche sollten nach dem ursprünglichen Plane sowohl in leichtem, als auch in schwerem Boden angestellt werden. Da jedoch zur Zeit nur ein Infektionsherd auf schwerem Boden zur Verfügung stand, so mußten die Versuche entsprechend beschränkt werden.

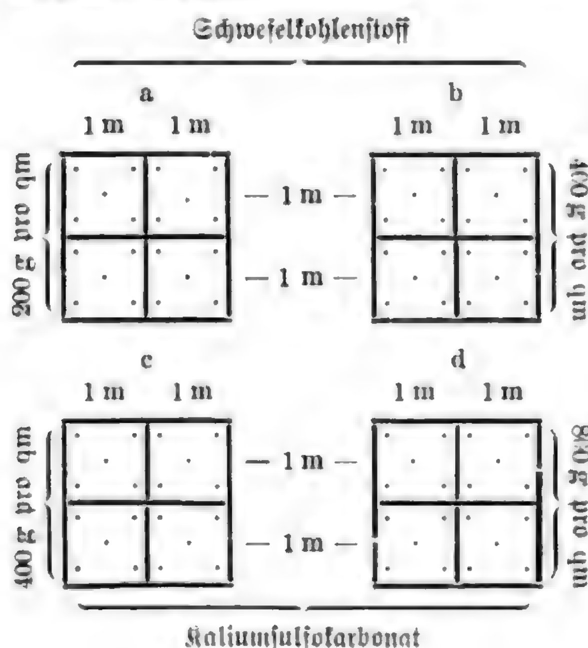


Fig. 18.

Ausführung des Versuches.

Auf dem schweren, mit Kalkschotter mehr oder weniger durchsetzten Lehmboden des Versuchsfeldes, welches nur eine schwach geneigte Lage besaß, wurden 8mal je 4 qm in der durch Figur 18 veranschaulichten Weise abgemessen. Auf den Quadratmeter wurden je 5 Löcher von 60 cm Tiefe in der durch Punkte in der Figur angedeuteten Vertheilung gestoßen:

a) erhielt auf den Quadratmeter je 200 g Schwefelkohlenstoff, welche auf die 5 Löcher vertheilt wurden;
b) wurde in derselben Weise mit je 400 g Schwefelkohlenstoff pro Quadratmeter behandelt;

c) erhielt auf den Quadratmeter je 400 g Kaliumsulfokarbonat[1]), welche in 1 l Wasser gelöst waren;

d) erhielt auf den Quadratmeter je 800 g Kaliumsulfokarbonat, welche in 2 l Wasser gelöst waren.

Weitere 4 Parzellen e, f, g und h wurden vor der Beschickung mit dem betreffenden Desinfektionsmittel zuvor zur Anfeuchtung des Bodens mit je 10 l Wasser überbraust. Damit das Wasser ordentlich eindringen konnte und nicht oben zum Theile abfloß, wurde die Bodenoberfläche vorher mit der Hacke leicht gelockert. e wurde darauf wie a, f wie b, g wie c und h wie d behandelt.

Nach erfolgter Beschickung mit den betreffenden Desinfektionsmitteln wurden die Löcher in üblicher Weise durch Heranscharren von Erde und Feststampfen derselben geschlossen. Des besseren Verschlusses halber wurde die Bodenoberfläche an der Verschlußstelle mit etwas Wasser angegossen. Endlich wurden die sämmtlichen, oben erwähnten Versuchsparzellen in üblicher Weise mit $1^1/_2$ l Petroleum pro Quadratmeter überbraust.

Bevor zur Angabe der Versuchsergebnisse übergegangen werden kann, ist noch zu bemerken, daß die Lage der Parzellen so gewählt worden war, daß sie möglichst lauter infizirte Weinstöcke und zwar in gleicher Anzahl umfaßten. Die Stellung der Reben, deren oberirdische Theile bei Einrichtung der Versuche abgeschnitten worden waren, in einer solchen Parzelle von 4 qm Fläche, bringen die Kreuzchen in Figur 19 in schematischer Weise zur Anschauung.

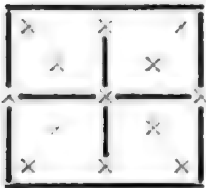


Fig. 19.

Prüfung der Versuchsergebnisse.

Am 20. August 1890 wurde mit der Prüfung der Versuchsergebnisse auf Parzelle a, die am 13. August fertig hergerichtet worden war, begonnen. Es geschah dies in der Weise, daß auf jedem der 4 Felder der Parzelle möglichst viele Wurzeln aus verschiedener Tiefe entnommen und zunächst mit der Lupe untersucht wurden. Lieferte die Lupe, was nicht selten vorkam, keinen unbedingt sicheren Aufschluß, ob die Läuse auch wirklich getödtet waren, so wurde zur Entscheidung durch das Mikroskop gegriffen.

Es hatte sich nämlich öfters gezeigt, daß Rebläuse, namentlich im ausgewachsenen Zustande, in Folge ihrer braunen Färbung und vollkommenen Regungslosigkeit unter der Lupe wie todt erschienen, während sie doch noch am Leben waren. Andererseits — und dieser Fall bildete fast die Regel, wenn erst verhältnißmäßig kurze Zeit seit der Einwirkung des Schwefelkohlenstoffs verstrichen war — schienen die Läuse verschiedenster Entwickelungsstadien, sowie die Eier ihrem Aeußeren nach am Leben zu sein, während sie es thatsächlich nicht mehr waren. — In allen diesen Fällen konnte man sich durch ein einfaches Verfahren vermittelst des Mikroskopes bei etwa 50facher Linearvergrößerung über den wahren Sachverhalt Aufschluß verschaffen. Legt man nämlich das zweifelhafte Objekt auf einen Objektträger in einen Tropfen Wasser, deckt ein Deckgläschen darüber und übt auf Letzteres einen genügend starken Druck aus, so sieht man aus dem betreffenden Objekte, an der Stelle, wo durch den Druck eine Zerreißung

[1]) Das Kaliumsulfokarbonat wurde in fester Gestalt zu dem Preise von M. 1,20 pro Kilo loco Freyburg a. U. von der chemischen Fabrik H. Trommsdorff in Erfurt bezogen.

stattgefunden hat, den Körperinhalt, in welchem zahlreiche Fetttröpfchen schwimmen, in lebhaftester Weise in das umgebende Wasser ausströmen, falls das Objekt lebendig war. War Letzteres jedoch bereits einige Zeit lang todt, so findet ein solches Ausströmen des Körperinhaltes nicht statt. Derselbe erscheint jetzt wie geronnen und läßt sich durch Druck in verschieden große, für sich feste Stücke zertheilen. Zahlreiche Beobachtungen an sicher lebenden und todten Rebläusen und Reblauseiern zeigten stets die erwähnte Erscheinung.

Die Untersuchung zahlreicher Wurzeln von Parzelle a ergab nun, daß von allen an diesen Wurzeln beobachteten niederen Thieren kein einziges Exemplar Leben zeigte. In den oberen Bodenschichten, wie auch in 40 bis 50 cm Tiefe war Alles unzweifelhaft todt. Außer Rebläusen verschiedener Entwickelungsstadien befanden sich darunter mehrere Exemplare der Milbe Hoplophora arctata, sowie ein paar kleine, nicht näher bestimmte Würmchen. In diesem Falle, wo seit der Einbringung des Schwefelkohlenstoffs sieben volle Tage verflossen waren, zeigten sich die Rebläuse sämmtlich mehr oder weniger stark gebräunt.

Parzelle b (400 g Schwefelkohlenstoff pro qm). Diese Parzelle war ebenfalls am 13. August 1890 fertig gestellt worden. Die Prüfung des Versuchsergebnisses fand am 21. August statt. Es wurden hier zahlreiche, stark zerstörte und deutliche Spuren der Reblaus tragende, dickere Wurzeln zu Tage gefördert. Es fanden sich dabei verschiedene Rebläuse und deren Eier, sowie mehrere Milben, welche sämmtlich todt waren. Ein lebendes Thier irgend welcher Art wurde nicht beobachtet.

Parzelle c (400 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 14. August, Prüfung des Ergebnisses am 22. August. Es ergab sich dabei Folgendes: Die Nodositäten erschienen im Allgemeinen gut erhalten. An einer unmittelbar unter der Bodenoberfläche befindlichen, noch frisch aussehenden Nodosität befand sich eine todte Reblaus. Ferner fanden sich an gut erhaltenen Nodositäten aus geringer Tiefe 13 Rebläuse, sowie 2 Reblauseier todt vor. Andererseits wurden aber auch in geringer Tiefe eine lebende Mutterlaus mit mehreren lebenden Eiern, sowie 3 junge lebende Rebläuse gefunden. Endlich konnten an Wurzeln aus ca. 70 cm Tiefe 58 lebende Rebläuse verschiedener Entwickelungsstadien beobachtet werden.

Parzelle d (800 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 14. August 1890; Prüfung des Ergebnisses am 23. August. — Auch hier fanden sich in geringer Tiefe zahlreiche, gut erhaltene Nodositäten. — Es wurden an verschiedenen Wurzeln aus geringerer Tiefe gefunden: 12 ausgewachsene und 12 junge Rebläuse, sämmtlich todt; ferner 123 Eier, welche ebenfalls getödtet erschienen.

Dagegen fanden sich aber an einer Nodosität auch eine lebende Mutterlaus und eine Menge von ca. 100 Eiern, die zum Theil, dem äußeren Anschein nach, noch am Leben zu sein schienen. In einer Tiefe von ca. 60 cm wurden an verschiedenen Wurzeln 7 ausgewachsene, 8 junge Rebläuse und 10 Reblauseier beobachtet, welche sämmtlich todt waren. An einer anderen Stelle derselben Parzelle wurden noch 23 Rebläuse, sowie 10 Reblauseier gefunden, welche sämmtlich abgestorben erschienen. Bei zwei Eiern mit bereits entwickelten Embryonen blieb es zweifelhaft, ob sie getödtet oder noch am Leben waren.

Parzelle e (200 g Schwefelkohlenstoff pro qm nach vorausgegangener Anfeuchtung des Bodens). Da der erste, am 14. August 1890 eingerichtete Versuch bei der Prüfung am 23. August für die Untersuchung brauchbare Wurzeln nicht ergab, so wurde ein entsprechender Versuch an einer anderen Stelle desselben Weinberges am 23. August neu eingerichtet. Die Prüfung des Ergebnisses geschah am 28. August. Die Nodositäten waren größtentheils noch gut erhalten und auch die Rebläuse und deren Eier schienen auf den ersten Blick nicht gelitten zu haben, da sie, je nach ihrer Entwickelung, die normale Färbung zeigten. Jedoch schon nach kurzem Stehen an der Luft schwand die normale gelbgrüne Färbung der in der Entwickelung vorgeschrittenen Läuse und ging in eine schmutzig graugrüne Färbung über. Auch die anfangs normal aussehenden Eier verloren an der Luft bald ihren Glanz und erschienen dann auffallend matt weislich gelb gefärbt. Schon diese bald eintretende Verfärbung deutete darauf hin, daß Läuse sowohl wie Eier getödtet waren und nur, wohl in Folge der verhältnißmäßig kurzen Dauer des Versuches und bei dem mangelhaften Luftzutritt im Boden, noch keine Zeit gefunden hatten, ihr normales Aussehen einzubüßen. Die mikroskopische Untersuchung ergab denn auch auf das Bestimmteste, daß sämmtliche Rebläuse verschiedenen Alters, die Reblauseier und Milben, welche aus verschiedenen Tiefen des Bodens, bis zu 50 cm und mehr Tiefe, entnommen waren, getödtet waren. Es gelangten zur Beobachtung 18 mehr oder minder ausgewachsene und 12 junge Rebläuse, 82 Reblauseier und 3 Milben.

Parzelle f (400 g Schwefelkohlenstoff pro qm nach Anfeuchtung des Bodens). Eingerichtet am 14. August 1890; Prüfung des Versuchsergebnisses am 25 August. — Es gelangten zur Beobachtung 9 ausgewachsene und 6 junge Rebläuse, sowie 98 Reblauseier, ferner ein kleines weißes Würmchen. Letzteres allein zeigte Leben, alles Uebrige war todt. Da seit Beginn des Versuches volle 11 Tage verflossen waren, so erscheint es nicht unmöglich, daß das fragliche Würmchen erst später eingewandert war, nachdem der Schwefelkohlenstoff seine Schuldigkeit bereits gethan hatte und zum größten Theile aus dem Boden wieder entwichen war.

Parzelle g (400 g Kaliumsulfokarbonat pro qm nach Anfeuchtung des Bodens). Eingerichtet am 14. August 1890; Prüfung des Versuchsergebnisses am 25. August. — Es fanden sich noch viele gut erhaltene Nodositäten. An zahlreichen Wurzeln aus verschiedener Tiefe wurden 52 Rebläuse verschiedenen Alters und 91 Reblauseier beobachtet. Davon erwiesen sich als todt sämmtliche Läuse; dagegen waren von den Eiern mindestens 3 noch sicher lebendig.

Parzelle h (800 g Kaliumsulfokarbonat pro qm nach Anfeuchtung des Bodens). Eingerichtet am 14. August; Prüfung des Versuchsergebnisses am 25. August. — Die Nodositäten waren theils noch ziemlich gut erhalten, theils faul und braun geworden. Auf den noch ziemlich gut erhaltenen Nodositäten fanden sich zahlreiche schwarz und fast unkenntlich gewordene Reste von Rebläusen. Außerdem wurden noch beobachtet 17 Rebläuse verschiedenen Alters und eine größere Anzahl von Reblauseiern. Alles war todt.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich:

1. Das Kaliumsulfokarbonat vermag, wenn es in genügend großer Menge und

bei ausreichender Feuchtigkeit des Bodens angewendet wird, sämmtliche Rebläuse und deren Eier im Boden zu tödten.

2. Unter sonst gleichen Verhältnissen benöthigt man in einem schweren Boden, wie er bei den Versuchen vorlag, sei er trocken oder feucht, einer wesentlich größeren Gewichtsmenge von Kaliumsulfokarbonat, um die gleiche insektenvernichtende Wirkung zu erzielen, wie mit Schwefelkohlenstoff.

3. In feuchtem Boden wirkt das Kaliumsulfokarbonat besser, als in trockenem Boden, erreicht jedoch auch hier die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes nicht.

4. Das Kaliumsulfokarbonat steht demnach in seiner Wirkung gegen die Reblaus dem Schwefelkohlenstoff als Hauptdesinfektionsmittel nicht gleich, sondern nach. —

Versuch 2.

Steht das Kaliumsulfokarbonat als Ueberbrausungsmittel bezüglich seiner Wirkung auf die Reblaus dem Petroleum gleich?

Die Ausführung dieser Versuche erfolgte in ähnlicher Weise, wie bei den unter A beschriebenen Versuchen betreffend die Wirkung der Petroleumbrause, und unter Anwendung von Lösungen von 200, 300 und 500 g Kaliumsulfokarbonat pro qm in Wasser[1]) an Stelle des Petroleums. Zur Vergleichung der Wirkung des Kaliumsulfokarbonates mit der Wirkung des Petroleums wurden unter denselben Bodenverhältnissen Parallelversuche mit Petroleum angestellt.

Endlich wurde auch der Einfluß der Bedeckung des Bodens mit Steinen berücksichtigt.

Ausführung der Versuche.

Es wurden zunächst in mehr oder weniger großen Abständen von einander 7mal je 4 qm Bodenfläche abgemessen. Darauf wurden auf jeden Quadratmeter Fläche an 3 Stellen in verschiedener Tiefe stark mit Rebläusen besetzte Wurzeln in den Boden gebettet. Man belegte dann 3mal je 4 qm mit Steinen, während 4mal je 4 qm unbedeckt blieben.

Auf diese Weise wurden 7 Versuchsparzellen erhalten und zwar a; a_1; b; c; c_1 d; d_1. — a_1; c_1 und d_1 waren mit Steinen bedeckt, während a; b; c und d unbedeckt blieben. Hierauf wurden Parzelle a und a_1 mit 1 ½ l Petroleum pro qm, Parzelle b mit einer Lösung von 200 g Kaliumsulfokarbonat pro qm, Parzelle c und c_1 mit einer Lösung von 300 g Kaliumsulfokarbonat pro qm und Parzelle d und d_1 mit einer Lösung von 500 g Kaliumsulfokarbonat pro qm überbraust.

Prüfung der Versuchsergebnisse.

Parzelle a (1 ½ l Petroleum pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 26. August 1890.

Die in geringer Tiefe eingegrabenen Wurzeln erschienen größtentheils stark beschädigt. Die größte Zahl der vorhandenen Rebläuse und Reblauseier erschien geschwärzt und todt, jedoch fanden sich einige noch lebende Eier vor. — In 10 cm Tiefe war Alles am Leben.

[1]) In je 10 l Wasser wurden gelöst 800 g bezw. 1200 g und 2000 g Kaliumsulfokarbonat, da 10 l der Lösung stets zum Ueberbrausen je einer Parzelle von 4 qm dienten.

Parzelle a_1 (Steinbedeckung, 1½ l Petroleum pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 26. August 1890. In einer Tiefe von 2—4 cm waren sämmtliche Rebläuse und Reblauseier, sowie eine Anguillula und eine Milbe todt. Es fanden sich jedoch in einer Tiefe von ca. 2 cm an einer deutlich nach Petroleum riechenden Wurzel zwei lebende Anguillulen vor.

Parzelle b (200 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 27. August 1890. Die sehr zahlreich zum Vorschein gebrachten Rebläuse verschiedener Entwickelungsstadien waren sämmtlich am Leben und offenbar in keiner Weise beschädigt.

Parzelle c (300 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 27. August 1890.

An Wurzeln dicht unter der Erdoberfläche, sowie in 1—3 cm, 4—5 cm und in größerer Tiefe wurden zahlreiche Rebläuse verschiedener Entwickelungsstadien, sowie Reblauseier gefunden. Die Läuse sowohl wie die Eier, waren sämmtlich lebendig.

Parzelle c_1 (Steinbedeckung, 300 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 27. August 1890.

Auch hier waren alle Rebläuse und deren Eier, sowie Milben, sowohl unmittelbar unter der Erdoberfläche, wie in verschiedenen Tiefen unter derselben am Leben.

Parzelle d (500 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 27. August 1890.

In ca. 2 cm Tiefe wurden sehr zahlreiche Rebläuse verschiedenen Alters, ferner Reblauseier, sowie zwei in der Entwickelung schon weit vorgeschrittene Nymphen, endlich auch eine lebhaft wandernde Lipura fimetaria beobachtet. Alles war am Leben und erschien durchaus unbeschädigt. Dasselbe zeigte sich auch in größerer Tiefe.

Parzelle d_1 (Steinbedeckung, 500 g Kaliumsulfokarbonat pro qm). Eingerichtet am 15. August, geprüft am 27. August 1890.

Unmittelbar unter der Erdoberfläche fanden sich an einer Wurzel zwei lebende Milben; andere Thiere konnten hier nicht ermittelt werden.

Aus obigen Versuchen ergiebt sich, daß ein Ueberbrausen mit Kaliumsulfokarbonat, selbst bei Anwendung verhältnißmäßig großer Mengen, von keinem die Rebläuse schädigendem Einfluß ist,[1]) auch wenn die letzteren sich fast unmittelbar unter der Erdoberfläche befinden. — Petroleum, in der Menge von 1½ l pro qm angewendet, tödtet dagegen unter sonst gleichen Verhältnissen fast alles Leben. Die Eingangs gestellte Frage ist daher, wie folgt, zu beantworten:

Das Kaliumsulfokarbonat steht als Ueberbrausungsmittel dem Petroleum nicht nur nicht gleich, sondern ist überhaupt zu dem genannten Zwecke unbrauchbar.

Versuch 3.

Lassen sich ohne Gefährdung des Erfolges, sowohl der Schwefelkohlenstoff als Hauptdesinfektionsmittel, wie das Petroleum als Ueberbrausungsmittel durch Kaliumsulfokarbonat ersetzen?

Ausführung des Versuches.

Es wurden zwei Parzellen a und b zu je 4 qm Oberfläche abgemessen. Auf jeder

[1]) Aehnliche Erfahrungen sind mitgetheilt in der elften Denkschrift betreffend die Bekämpfung der Reblauskrankheit 1888/89 S. 39.

Parzelle wurden pro Quadratmeter je 5 Löcher von 60 cm Tiefe mit dem Pfahleisen gestoßen. In Parzelle a wurden die Löcher mit 200 g Schwefelkohlenstoff pro Quadratmeter beschickt, mit Erde in üblicher Weise geschlossen, der Verschluß wurde an der Oberfläche mit etwas Wasser angegossen. Darauf wurde die Oberfläche der Parzelle mit 1½ l Petroleum pro Quadratmeter überbraust. In Parzelle b wurden pro Quadratmeter die Löcher mit 600 g Kaliumsulfokarbonat, welche ungefähr in der dreifachen Menge Wasser gelöst waren, beschickt und ebenfalls mit Erde geschlossen. Darauf wurde die Oberfläche der Parzelle mit einer Lösung von Kaliumsulfokarbonat überbraust, welche auf 10 l Wasser 1200 g Kaliumsulfokarbonat enthielt, so daß auf den Quadratmeter Oberfläche 300 g Kaliumsulfokarbonat entfielen.

Prüfung des Versuchsergebnisses.

Parzelle a. Eingerichtet am 13. August, geprüft am 26. August 1890.

Es wurden gefunden 1 junge Reblaus, 9 Reblauseier und 1 Hoplophora arctata, sämmtlich todt.

Die junge Reblaus, sowie die Reblauseier stammten von verschiedenen Wurzeln und zeigten bereits einen so hohen Grad der Zerstörung, daß sie mit der Lupe nur schwer an den Wurzeln zu erkennen waren. Dieser Umstand dürfte es erklären, warum, trotz der Untersuchung zahlreicher, offenbar infizirt gewesener Wurzeln, nicht mehr Rebläuse aufgefunden werden konnten.

Parzelle b. Eingerichtet am 14. August, geprüft am 26. August 1890.

Die Nodositäten zeigten sich hier noch gut erhalten. Es wurden beobachtet 6 getödtete Rebläuse verschiedenen Alters, 3 todte Reblauseier und 2 todte Milben. Dagegen fanden sich auch 3 ausgewachsene Rebläuse und 24 Reblauseier, sowie 3 Milben lebend vor. Wenn nun auch der obige Versuch durch die geringe Zahl der auf Parzelle a gefundenen Thiere und Eier einigermaßen an seiner Beweiskraft Einbuße erleidet, so gestattet er doch, im Hinblick auf die bei den Versuchen 1 und 2 erhaltenen Ergebnisse auf die Eingangs gestellte Frage wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit die Antwort zu geben, daß der Schwefelkohlenstoff als Hauptdesinfektionsmittel, sowie das Petroleum als Ueberbrausungsmittel sich ohne Gefährdung des Erfolges durch Kaliumsulfokarbonat nicht ersetzen lassen.

C. Verschiedene Versuche, betreffend die Bekämpfung der Reblaus.

Versuch 1.

Wie verhalten sich die Rebläuse in einem Boden, der mit verschiedenen Mengen von Petroleum beziehungsweise Kaliumsulfokarbonat durchtränkt ist?

Ausführung des Versuches.

Es wurden 6 Parzellen zu je 2 qm abgemessen. — Parzelle a wurde mit 1⅓ l Petroleum, Parzelle b mit 2 l Petroleum, Parzelle c mit 100 g, Parzelle d mit 200 g, Parzelle e mit 300 g und Parzelle f mit 400 g Kaliumsulfokarbonat pro Quadratmeter überbraust.[1])

[1]) Die angegebenen Mengen Kaliumsulfokarbonat waren stets in 3¾ l Wasser gelöst, so daß die ganze Parzelle stets mit 7½ l Flüssigkeit überbraust wurde.

Darauf wurde der durchnäßte Boden von der Oberfläche auf jeder einzelnen Parzelle zusammengescharrt und gut durcheinander gemischt, um eine möglichst vollständige und gleichmäßige Durchfeuchtung zu erzielen. Sodann wurden stark infizirte Wurzeln in den durchtränkten Boden jeder einzelnen Parzelle eingehüllt.

Prüfung des Versuchsergebnisses.

Parzelle a. (Durch ein Versehen war, statt $1^1/_2$ l Petroleum pro Quadratmeter nur 1 l Petroleum pro Quadratmeter zur Verwendung gelangt.) Eingerichtet am 16. August, geprüft am 27. August 1890. — Der Boden roch noch am 27. August deutlich nach Petroleum. Es fanden sich nur noch 4 ganz geschwärzte, ausgewachsene Rebläuse todt vor. Außerdem wurden 2, dem Anscheine nach noch lebende Eier beobachtet.

Parzelle b. (2 l Petroleum pro Quadratmeter.) Eingerichtet am 16. August, geprüft am 27. August 1890. — Es konnten nur noch zwei todte und ganz geschwärzte Rebläuse, eine ausgewachsene und eine junge Laus, gefunden werden.

Parzelle c. (100 g Kaliumsulfokarbonat pro Quadratmeter.) Eingerichtet am 16. August, geprüft am 27. August 1890. — Alle Läuse waren am Leben.

Parzelle d. (200 g Kaliumsulfokarbonat pro Quadratmeter.) Eingerichtet am 16. August, geprüft am 27. August 1890 — Alle Läuse waren am Leben.

Parzelle e. (300 g Kaliumsulfokarbonat pro Quadratmeter.) Eingerichtet am 16. August, geprüft am 27. August 1890. — Es wurden 5 lebende Rebläuse gefunden.

Parzelle f. (400 g Kaliumsulfokarbonat pro Quadratmeter.) Eingerichtet am 19. August, geprüft am 27. August 1890. — Es wurden keine Rebläuse gefunden.

Die obigen Versuche bilden eine Ergänzung zu den unter B, Versuch 2 angeführten Ermittelungen und zeigen ebenfalls, daß das Petroleum als Oberflächendesinfektionsmittel dem Kaliumsulfokarbonat überlegen ist.

Versuch 2.

Welche Umstände können bewirken, daß durch das übliche Angießen der Weinstöcke mit Petroleum erfahrungsgemäß in manchen Fällen nicht alle Rebläuse getödtet werden, obschon dieselben sich in einer Tiefe im Boden befinden, bis zu welcher das Petroleum nachgewiesenermaßen gedrungen ist?

Im Hinblick auf diese Frage wurden die folgenden zwei Versuche ausgeführt.

Versuch a. An einer Rebe wurden in einer Tiefe von ca. 30 cm dicht am Wurzelstock stark infizirte Wurzeln in den Boden gebettet und mit einem flachen, den Wurzelstock berührenden Steine zugedeckt. Letzteres geschah zur Prüfung des vielleicht vor der Einwirkung des Petroleums schützenden Einflusses solcher, zufällig im Boden vorhandener Steine auf die darunter befindlichen Insekten. Nach erfolgter Zustopfung der entstandenen Löcher mit Erde, wurde oben um den Wurzelhals herum eine kleine Rinne hergestellt. In diese Rinne wurde 1 l Petroleum gegossen.

Versuch b. wie a behandelt, nur wurden, statt 1 l Petroleum, 2 l Petroleum verwendet. Auch lagen die bedeckten Wurzeln hier in einer Tiefe von ca. 40 cm.

Prüfung des Versuchsergebnisses.

Versuch a. Eingerichtet am 19. August, geprüft am 27. August 1890. Die eingegrabenen Wurzeln rochen deutlich nach Petroleum, doch waren die Nodositäten theil-

weise noch gut erhalten. Alle aufgefundenen Rebläuse waren todt und schwarzbraun gefärbt. Dagegen fanden sich zahlreiche, sicher noch am Leben befindliche Eier vor.

Versuch b. Eingerichtet am 19. August, geprüft am 28. August 1890. Die eingelegten Wurzeln rochen deutlich nach Petroleum. An gut erhaltenen Nodisitäten waren die Rebläuse todt und gebräunt. Es fand sich aber auch hier ein allem Anscheine nach lebendes Ei vor. Erwähnt sei noch, daß der gänzlich herausgehauene Wurzelstock ca. 50 cm maß und bis an sein unterstes Ende deutlich nach Petroleum roch.

Aus den obigen Versuchen ergiebt sich:

1. Die Eier der Reblaus sind gegen die Einwirkung des Petroleums viel unempfindlicher, als die Thiere selbst.[1])

2. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, daß es besonders der unter 1 angeführte Umstand ist, welcher verursacht, daß manchmal an mit Petroleum angegossenen Weinstöcken nach einiger Zeit wieder lebende Rebläuse angetroffen werden.

Versuch 3.

Veranlaßt die Petroleumbehandlung die Rebläuse zur Auswanderung?

Schon im Jahre 1889 war ein Versuch zur Beleuchtung dieser Frage angestellt worden. Damals war die verwendete Menge Petroleum ausreichend gewesen, um alle Rebläuse zu tödten, und es blieb in Folge dessen immer noch die Frage offen, ob nicht doch eine Auswanderung der Läuse stattfindet, wenn die Erde deutlich nach Petroleum riecht, die Menge des letzteren aber nicht hinreicht, um sämmtliche Läuse zu tödten.

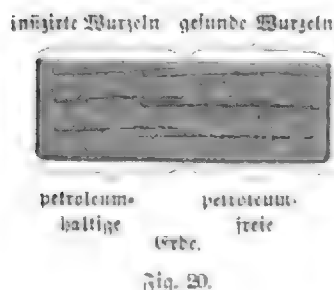


Fig. 20.

Zur Beantwortung dieser Frage und um das Ergebniß des Versuches vom Jahre 1889 zu prüfen, wurden die folgenden beiden Versuche a und b in der Weise ausgeführt, daß stark mit Rebläusen besetzte Wurzeln mit gesunden, reblausfreien Wurzeln in der, durch Figur 20 veranschaulichten Weise in Berührung gebracht und mit petroleumhaltiger Erde umgeben wurden. Die reblausfreien Wurzeln ragten nur mit einem kleinen Theil ihrer Länge in die petroleumhaltige Erde hinein und waren sonst mit petroleumfreier Erde umgeben.

Versuch a. Die Erde wurde nur mit soviel Petroleum behandelt, daß sie deutlich danach roch, aber nicht feucht erschien. Der Versuch wurde am 25. August eingerichtet und am 26. August 1890 geprüft. Die infizirten Wurzeln zeigten sich dabei stark mit noch lebenden Rebläusen verschiedener Entwickelungsstadien, sowie mit lebenden Reblauseiern besetzt. An den reblausfrei gewesenen Wurzeln konnten auch jetzt keine Rebläuse nachgewiesen werden.

Die Wurzeln wurden nach der Untersuchung in derselben Weise wieder eingegraben und darauf am 28. August wieder untersucht. — Auch jetzt zeigten sich an den infizirten, schwach aber deutlich nach Petroleum riechenden Wurzeln zahlreiche Rebläuse und

[1]) Dies steht im Einklang mit den bei den Versuchen unter B und C Versuch 1. beobachteten Thatsachen.

Reblauseier, von welchen der größte Theil sicher noch am Leben war. An den reblausfrei gewesenen Wurzeln konnten auch dieses Mal keine Rebläuse beobachtet werden.

Versuch b. Am 19. August eingerichtet, geprüft am 26. August 1890. — Bei diesem Versuch war reichlicher Petroleum zur Anwendung gekommen wie bei a. Es ergab sich in Uebereinstimmung mit den Versuchen im Jahre 1889, daß auf den infizirten Wurzeln sämmtliche Rebläuse todt und ganz geschwärzt waren. Auf den reblausfrei gewesenen Wurzeln konnten Rebläuse nicht beobachtet werden.

Diese Versuche zeigen, daß eine Auswanderung der Rebläuse in Folge der Petroleumbehandlung nicht stattfindet und zwar selbst dann nicht, wenn die Petroleummenge nicht hinreicht, um sämmtliche oder auch nur einen größeren Theil der Rebläuse binnen einiger Tage zu tödten.

Versuch 4.

Kann die Reblaus durch an der Fußbekleidung oder an Arbeitsgeräth haftende Erde verschleppt werden.

Wäre diese Frage in verneinendem Sinne zu entscheiden, so hätte die zur Zeit übliche Desinfektion des Schuhwerkes und der Arbeitsgeräthe der in verseuchtem Gebiete thätig gewesenen Personen keinen Zweck.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde in folgender Weise verfahren. Aus dem mit Wasser angefeuchteten Boden des Versuchsfeldes wurden 12 verschieden große Kugeln gebildet und in dieselben einzelne Rebläuse und Reblauseier, sowie Wurzelstückchen mit daran haftenden Rebläusen vollkommen eingeschlossen. Diese Erdkugeln wurden nach der Fertigstellung an einem, von der an jenem Tage (September 1889) sehr warm scheinenden Sonne bestrahlten Platze niedergelegt und bis auf Weiteres liegen gelassen. Später wurden sie zum Schutze gegen etwaigen Regen so gedeckt, daß die Luft frei über sie hinwegstreichen konnte. Am folgenden Tage wurden 3 von den inzwischen hart und fest wie Stein gewordenen Kugeln, welche in der Größe zwischen einer Erbse und einer Schlehenbeere schwankten, geöffnet. In der einen Kugel fanden sich eine ausgewachsene Reblaus todt und ein Ei vor, dessen Leben zweifelhaft war. In der zweiten Kugel zeigte sich beim Aufbrechen eine im Eintrocknen befindliche, aber noch safthaltige Nodosität, auf welcher eine große Reblaus saß, welche unter meinen Augen die Ablegung eines Eis vollendete. Ein zweites unzweifelhaft lebendes Ei befand sich an einer anderen Stelle des Erdklumpens. Außerdem fand sich noch eine ganz junge Reblaus an der Nodosität lebhaft wandernd vor. Beim Auseinanderbrechen der dritten Lehmkugel fiel eine sich lebhaft bewegende, ganz junge Reblaus heraus. Am nächsten Tage, also zwei Tage nach Herstellung der Lehmkugeln, fand sich in einer der drei aufgebrochenen Kugeln ein wohlerhaltenes Reblausei vor. In den beiden anderen Kugeln konnte nichts Lebendiges gefunden werden. In einer am 5. Tage nach ihrer Herstellung aufgebrochenen, steinhart gewordenen Lehmkugel von Erbsengröße wurde noch ein wohlerhaltenes Ei gefunden, während in einer anderen, etwas größeren Kugel die Läuse vertrocknet erschienen.

Zur weiteren Verfolgung der vorliegenden Frage wurden mehrere, etwas größere Lehmklumpen geformt und mit stark reblausbehafteten Wurzelstückchen beschickt. Die

Eröffnung dieser Lehmklumpen, die inzwischen so hart geworden waren, daß man sie zum Theil mit dem Hammer zerschlagen mußte, geschah nach 2, 3 und 4 Tagen und ergab Folgendes:

Nach zwei Tagen erschienen zahlreiche Läuse noch wohlerhalten und eine junge Reblaus wandelte auf dem noch nicht eingetrockneten Wurzelstückchen einher.

Nach drei Tagen fanden sich in einem etwa wallnußgroßen Lehmklumpen an einem 3 cm langen Wurzelstückchen über 30 lebende, zum Theil an dem Wurzelstückchen hin und her wandernde Rebläuse vor. Das Wurzelstückchen hatte sich noch ziemlich frisch erhalten, trotzdem der dasselbe umgebende Lehm steinhart geworden war. — In einem anderen, etwa 6 cm langen Lehmklumpen zeigte sich das eingeschlossene Wurzelstückchen an demselben Tage bereits stark eingetrocknet, und es konnten weder an diesem Wurzelstückchen, noch in der umgebenden Erde lebende Rebläuse gefunden werden. Dieselben Verhältnisse zeigten sich bei einem anderen, etwa wallnußgroßen Lehmklumpen.

Am 5. Tage nach der Einschließung fanden sich nach dem Aufbrechen der fraglichen Lehmklumpen an den betreffenden Wurzelstückchen zwei, beziehungsweise zwölf lebende Rebläuse vor.

Eine Wurzel von 11 cm Länge war in einer Ausdehnung von 8 cm in Lehm eingehüllt und 4 Tage lang an der Luft liegen gelassen worden Am 5. Tage wurde die Lehmhülle auseinandergebrochen, und es fand sich nun, daß die Wurzel, so weit sie mit Lehm umhüllt gewesen war, noch frisch erschien und mit großen Mengen von lebenden Rebläusen besetzt war.

Die mitgetheilten Beobachtungen lassen es nicht zweifelhaft erscheinen, daß lebende Rebläuse oder Reblauseier durch an Schuhwerk oder Geräthen ꝛc. haftende Erde, namentlich wenn in derselben Bruchstücke infizirter Wurzeln vorhanden sind, verschleppt werden können und daß die zur Zeit übliche Desinfektion der genannten Gegenstände vor Verlassen eines verseuchten Weinberges daher ihre volle Berechtigung hat.

Zum Schluß erfülle ich nur eine angenehme Pflicht, indem ich dem Oberleiter der Reblausbekämpfungsarbeiten in der Provinz Sachsen, Herrn Oberförster a. D. Koch, für die thatkräftige Unterstützung, welche er mir bei vielen der oben geschilderten Arbeiten hat zu Theil werden lassen, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage.

IV. Untersuchungen, betreffend den Einfluß einzelner Bodenbestandtheile auf die Widerstandsfähigkeit der Reben gegen die Reblaus.

Die Anregung zu dieser Arbeit wurde gegeben durch eine im Jahre 1887 erschienene Schrift von Al.-Cam. Dejardin,[1]) in welcher auf Grund verschiedener Ermittelungen die Ansicht ausgesprochen wird, daß die manchmal sich zeigende relative Widerstandsfähigkeit der französischen Reben zurückzuführen sei auf das mehr oder weniger reichliche Vorhandensein gewisser Bestandtheile im Boden und daß zu diesen

[1]) Recherches et observations sur la résistance de la vigne au phylloxéra. Études préliminaires etc. par Al.-Cam. Dejardin, Délégué départemental du Ministère de l'Agriculture (service du phylloxéra) Secrétaire de la Commission centrale du phylloxéra dans le Gard. Deuxieme édition. Paris 1887. G. Masson.

Bestandtheilen der Stickstoff, vor Allem aber das Eisen, die Phosphorsäure und die Magnesia gehörten. — Es konnte nicht fehlen, daß diese Mittheilung Dejardin's die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf sich zog, denn war seine Annahme richtig, so waren in derselben werthvolle Fingerzeige für eine zukünftige wirksame Bekämpfung der durch die Reblaus verursachten Rebenkrankheit gegeben. In Anbetracht dessen erschien es von Werth, zu prüfen, ob ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen dem Gehalte deutscher Weinbergsböden an Eisen, Phosphorsäure und namentlich Magnesia und der Widerstandsfähigkeit der auf denselben gebauten Reben gegen die verderbliche Wirkung der Reblaus besteht.

Das Material zur Ausführung dieser Untersuchungen wurde auf Ersuchen des Herrn Staatssekretärs des Innern seitens der Landesregierungen von Preußen, Königreich Sachsen, Württemberg und Elsaß-Lothringen dem Kaiserlichen Gesundheitsamte zur Verfügung gestellt. Es umfaßte 57 Erdproben, von welchen 32 auf Preußen, 5 auf das Königreich Sachsen, 8 auf Württemberg und 12 auf Elsaß-Lothringen entfallen.

Die analytischen Bestimmungen wurden ausgeführt durch Herrn Dr. Rasenack, Dr. R. Heise und den Verfasser und betrafen die Ermittelung des Mengenverhältnisses von Feinerde und Groberde, ferner des Wasser-, sowie des Phosphorsäure-, Eisen- und Magnesiagehaltes.

Vergleichung der analytischen Ergebnisse mit der beobachteten Widerstandsfähigkeit der Reben.

Nach der Ansicht von Dejardin[1]) soll, abgesehen vom Stickstoff[2]), besonders ein höherer Gehalt des Bodens an Eisen, Phosphorsäure und namentlich an Magnesia die Widerstandsfähigkeit der Reben gegen die Angriffe der Reblaus erhöhen. Somit wäre zu erwarten gewesen, daß ein höherer Gehalt des Bodens an den genannten Bestandtheilen seinen Ausdruck finden würde in dem Gesundheitszustande der auf ihm gewachsenen Reben. Ein Blick auf Tab. I zeigt jedoch, daß diese Erwartung nicht erfüllt worden ist.

Vergleicht man zunächst die beobachtete Widerstandsfähigkeit der Reben auf einzelnen Herden mit den für die betreffenden Böden ermittelten Gehalten an Phosphorsäure, so ergiebt sich z. B., daß die Reben auf den fünf phosphorsäurereichsten Böden den Angriffen der Reblaus mehr oder minder zum Opfer gefallen waren, während auf den an Phosphorsäure verhältnißmäßig armen Herden zu Bollweiler und Pr. 14 ein Rückgang der Reben nicht stattgefunden hatte, obschon das Alter dieser Infektionen auf 12, beziehungsweise auf 20 Jahre geschätzt wurde.

Was den Eisengehalt betrifft, so ist allerdings auf den beiden an Eisen reichsten Böden (Pr. 5 und 9) nur ein geringer Rückgang der Reben beobachtet worden, allein die gleiche Erscheinung oder vielmehr gar keinen Rückgang der Reben zeigen auch die an Eisen verhältnißmäßig armen Böden von Bollweiler, Stuttgart und Pr. 14, während auf anderen an Eisen viel reicheren Böden, wie zu Pr. 1 und 3, zu Ancy und zu Vallières die Reben zurück — beziehungsweise zu Grunde gegangen sind.

[1]) A. a. O. S. 31 und 38.

[2]) Von einer Bestimmung des Stickstoffgehaltes wurde im Hinblick auf die für die einzelnen Weinberge in Betreff der Düngung vorliegenden Mittheilungen Abstand genommen.

Besonderes Interesse bietet der Magnesiagehalt, da auf diesen Bestandtheil von Dejardin[1]) das Hauptgewicht gelegt wird. — Den höchsten Magnesiagehalt zeigt der Herd von Stuttgart, auf welchem auch die Reben keinen Rückgang haben beobachten

[Fortsetzung des Textes s. S. 577.]

Tabelle I.

Die Weinbergsböden in absteigender Reihe geordnet nach:

dem Grade, in welchem die Reben durch die Angriffe der Reblaus zurückgegangen sind.[2])	dem Phosphorsäure-Gehalt.	dem Eisenoxyd-Gehalt.	dem Magnesia-Gehalt.
Vollweiler (Kein Rückgang) . .	Ancy (0,366 %)	Pr. 5. (9,52 %)	Stuttgart (4,377 %)
Pr. 13.[3]) (Kein Rückgang) . . .	Lutterbach (0,347 %)	Pr. 9. (7,48 %)	Neckarweihingen 3. (2,724 %)
Pr. 14. (Kein Rückgang) . . .	Pr. 1. (0,302 %)	Pr. 1. (6,73 %)	Hoheneck (1,837 %)
Stuttgart (Kein Rückgang) . .	Pr. 3. (0,291 %)	Pr. 3. (6,09 %)	Pr. 2. (1,854 %)
Plantières (Fast kein Rückgang)	Neckarweihingen 2. (0,249 %)	Ancy (5,15 %)	Lutterbach (1,766 %)
Pr. 5. (Geringer Rückgang) . .	Plantières (0,240 %)	Vallières (4,93 %)	Hegenheim (1,633 %)
Pr. 9. (Geringer Rückgang) . .	Neckarweihingen 3. (0,215 %)	Plantières (4,20 %)	Neckarweihingen 2. (1,255 %)
In allen übrigen Fällen sind die Reben mehr oder weniger zurückgegangen, beziehungsweise abgestorben.	Pr. 13. (0,210 %)	Pr. 16. (3,78 %)	Pr. 3. (1,145 %)
	Hegenheim (0,199 %)	Pr. 13. (3,58 %)	Vallières (0,906 %)
	Hoheneck (0,179 %)	Hoheneck (3,14 %)	Pr. 13. (0,899 %)
	Pr. 5. (0,165 %)	Lutterbach (2,88 %)	Pr. 14. (0,892 %)
	Pr. 2. (0,162 %)	Pr. 2. (2,87 %)	Pr. 15. (0,885 %)
	Stuttgart (0,153 %)	Neckarweihingen 3. (2,85 %)	Pr. 8. (0,859 %)
	Vallières (0,147 %)	Pr. 7. (2,81 %)	Pr. 16. (0,811 %)
	Pr. 15. (0,131 %)	Hegenheim (2,76 %)	Pr. 12. (0,730 %)
	Pr. 9. (0,130 %)	Neckarweihingen 2. (2,56 %)	Plantières (0,720 %)
	Sachsen (0,126 %)	Pr. 12. (2,43 %)	Vollweiler (0,724 %)
	Pr. 14. (0,122 %)	Pr. 10. (2,39 %)	Ancy (0,721 %)
	Vollweiler (0,120 %)	Vollweiler (2,34 %)	Pr. 9. (0,713 %)
	Pr. 4. (0,117 %)	Pr. 6. (2,32 %)	Pr. 5. (0,701 %)
	Pr. 6. (0,096 %)	Stuttgart (2,29 %)	Pr. 10. (0,633 %)
	Pr. 12. (0,069 %)	Pr. 8. (2,25 %)	Pr. 1. (0,610 %)
	Pr. 10. (0,057 %)	Pr. 15. (2,12 %)	Pr. 6. (0,579 %)
	Pr. 16. (0,057 %)	Pr. 14 (2,01 %)	Pr. 7. (0,572 %)
	Pr. 8. (0,055 %)	Pr. 11. (1,97 %)	Pr. 11. (0,506 %)
	Pr. 7. (0,054 %)	Pr. 4. (1,63 %)	Pr. 4. (0,231 %)
	Pr. 11. (0,047 %)	Sachsen (0,79 %)	Sachsen (0,103 %)

[1]) „Nous ne croyons pas cependant que la **résistance** soit due exclusivement à l'action de la magnésie; mais tout nous porte à croire qu'elle a, parallèlement à l'azote, à l'acide phosphorique et au fer, un rôle très important dans la résistance, peut être même le rôle prépondérant." A. a. O. p. 31.

[2]) Vgl. Tabelle II.

[3]) Pr. = Preußen. Die nebenstehende Zahl giebt die Nummer des Bodens an.

Tabelle II.

Verzeichniß der Erdproben.

a) Königreich Preußen.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
1	Nr. 1a. Obergrund. Gemarkung Linzhausen. Distrikt: Im Berg.	Basalt.	Rothe Trauben.	Die Reben waren sämmtlich abgestorben. Die Erkrankung der Reben scheint bereits Anfang der 70er Jahre in bemerkenswerther Weise um sich gegriffen zu haben.	Die Infektion soll wahrscheinlich vom Jahre 1861 datiren; die Entdeckung derselben erfolgte 1884. Nach den 60er Jahren wurde die vorher gut gehaltene Parzelle vernachlässigt und wahrscheinlich nicht mehr nennenswerth gedüngt.
2	Nr. 1b. Untergrund. Sonst wie 1.				
3	Nr. 2a. Obergrund. Gemarkung Linzhausen. Distrikt: Im Horscheid.	Aehnlich wie 1 und 2, doch ist der Boden mehr mit Lehm durchsetzt.	Burgunder (?)	Die Reben sind früher zweimal auf dieser Stelle zu Grunde gegangen.	In den 60er Jahren lieferte die Parzelle gute Erträge, ging dann auffallend zurück, lag eine Zeit lang brach, wurde 1876 neu angelegt und ging dann wieder bald zu Grunde, um darauf nochmals neu bepflanzt zu werden.
4	Nr. 2b. Untergrund. Sonst wie 3.				
5	Nr. 3a. Obergrund. Gemarkung Linzhausen. Distrikt: Auf dem Hausener Schlag.	Verwitterter Basalt und Lehm.	Rothe Trauben.	Die Reben sind total zurückgegangen.	Zur Zeit der guten 60er Jahre wurde die Parzelle regelrecht gebaut und gedüngt, später aber vernachlässigt.
6	Nr. 3b. Untergrund. Sonst wie 5.				
7	Nr. 4a. Obergrund. Gemarkung Linzhausen. Distrikt: In der Rheinhöle.	Schiefer.	Rothe Trauben.	Die Reben sind zurückgegangen.	Die 1873 oder 1874 neu gepflanzten Reben gediehen anfangs vorzüglich. Im Beginne der 80er Jahre fingen die Stöcke an zu kränkeln und gaben nunmehr schlechte Erträge. Der Weinberg wurde stets kräftig mit Kuhmist gedüngt, auch nachdem sich die Krankheit bereits bemerklich gemacht hatte.
8	Nr. 4b. Untergrund. Sonst wie 7.				
9	Nr. 5a. Obergrund. Gemarkung Ockenfels. Distrikt: Auf der Loh.	Diluvium. (Sandiger Lehm mit Kiesgeröll).	Weiße Trauben.	Die Reben sind zurückgegangen.	Die Infektion war höchstens 10 Jahre alt, wahrscheinlich jedoch jünger. Der Weinberg war wiederholt mit Kuhdünger gut gedüngt worden.
10	Nr. 5b. Untergrund. Sonst wie 9.				

Verzeichniß der Erdproben.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
11	Nr. 6a. Obergrund. Gemarkung Honnef. Distrikt: In der Eichgasse.	Schieferiger Lehmboden.	Rothe Trauben.	Die Reben sind sehr zurückgegangen.	Die in einem naßgründigen Boden gelegene Parzelle scheint schon Anfang der 70er Jahre infizirt gewesen zu sein und wurde, weil die Reben zu Grunde gingen, ausgerodet und nach vorausgegangener Drainirung des Bodens wieder neu bepflanzt. Die neue Pflanzung gedieh nur mangelhaft, und 1885 hatten die 10 Jahre alten Weinstöcke das Aussehen von verkrüppelten 2- oder 3jährigen Reben. Die Parzelle wurde wahrscheinlich stets regelrecht gebaut und gedüngt.
12	Nr. 6b. Untergrund. Sonst wie 11.				
13	Nr. 7a. Obergrund. Gemarkung Leubsdorf. Distrikt: Im Kurresthal.	Durch Basalt gehobenes Schiefergebirge. Ackerkrume stark lehmiger Sand mit grobem Kiesgeröll durchsetzt.	Weiße Trauben.	Die Reben erschienen stark zurückgegangen und zum Theil im Absterben begriffen.	Die Parzelle, früher Ackerland, wurde seit 1877 als Weinberg benutzt. Die Reben gediehen anfangs gut, seit 1883 oder 1884 machte sich jedoch ein Zurückgehen derselben bemerkbar. 1885 brachte ein großer Theil der Reben keine Trauben mehr. Nennenswerthe Düngerzufuhr hatte dieser Weinberg nicht erhalten.
14	Nr. 7b. Untergrund. Sonst wie 13.				
15	Nr. 8a. Obergrund. Gemarkung Leubsdorf. Distrikt: Im Kurresthal.	Verwitterter, mit Lehm durchsetzter Schiefer	Weiße Trauben.	Die Reben waren stark zurückgegangen.	Die Parzelle wurde erst seit 10 bis 12 Jahren zur Rebenkultur benutzt. Die Düngerzufuhr scheint stets mangelhaft gewesen zu sein.
16	Nr. 8b. Untergrund. Sonst wie 15.				
17	Nr. 9a. Obergrund. Gemarkung Leubsdorf. Distrikt: Im Kurresthal.	Schwerer, mit verwittertem Schiefer durchsetzter Lehmboden diluvialen oder wahrscheinlicher alluvialen Ursprungs.	Weiße Trauben.	Die Reben hatten nur mäßig gelitten.	Der Weinberg wurde 1866 und 1867 angelegt. Das Alter der Infektion konnte nicht ermittelt werden. Der Weinberg wurde regelmäßig alle drei Jahre mit Kuhdünger gedüngt.
18	Nr. 9b. Untergrund. Sonst wie 17.				

Verzeichniß der Erdproben.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
19	Nr. 10a. Obergrund. Gemarkung Leubsdorf. Distrikt: Im Matzelter.	Sandiger Lehm.	Weiße Trauben.	Die Reben erschienen stark zurückgegangen und dem Absterben nahe.	Die Parzelle wurde 1881 zum ersten Male mit Reben bepflanzt. Dieselben gediehen anfangs gut, von 1885 an machte sich jedoch, trotz starker Düngung mit Kuhdünger, ein Rückgang geltend. 1887 wurde die Infektion aufgefunden.
20	Nr. 10b. Untergrund. Sonst wie 19.				
21	Nr. 11a. Obergrund. Gemarkung Westum. Distrikt: Im engen Thal.	Durch Basalt gehobener Schiefer. Ackerkrume: sandiger Lehm mit verwittertem Schiefer und grobem Kiesgeröll durchsetzt.	Rothe und weiße Trauben.	Die Reben waren stark zurückgegangen.	Ueber das Alter der Infektion und den Düngungszustand des Weinbergs ist nichts bekannt geworden.
22	Nr. 11b. Untergrund. Sonst wie 21.				
23	Nr. 12a. Obergrund. Gemarkung Lohrsdorf. Distrikt: In der Ley.	Durch Basalt gehobenes Schiefergebirge. Die Ackerkrume besteht aus verwittertem Schiefer.	Spätburgunder.	Die Reben zeigten erst in letzter Zeit (1887) Krankheitserscheinungen, indem die Blätter auffallend gelb wurden.	Die Parzelle wurde seit Menschengedenken als Weinberg benutzt. Das Alter der Infektion konnte nicht ermittelt werden. Der Weinberg wurde stets gut gedüngt, doch mag, bei der steilen Lage der Parzelle, der Dünger häufig fortgeschwemmt worden sein.
24	Nr. 12b. Untergrund. Sonst wie 23.				
25	Nr. 13a. Obergrund. Gemarkung Linzhausen. Distrikt: Im Horscheid.	Alluvium.	Rothe Trauben.	Die Reben zeigten keinen Rückgang, vielmehr ein üppiges Wachsthum und reichen Fruchtansatz.	Der Weinberg ist in seinem Untergrunde den Hochwassern des Rheines ausgesetzt.
26	Nr. 13b. Untergrund. Sonst wie 25.				
27	Nr. 14a. Obergrund. Gemarkung Biebrich. Herzoglicher Schloßgarten.	Tiefgründiger lehmreicher Alluvialboden.	?	Die Reben zeigten keinen Rückgang.	Die Reben waren an Spalieren gezogen. Das Alter der Infektion konnte nicht genau ermittelt werden, doch ist die Reblaus wahrscheinlich Ende der 60er Jahre oder Anfang der 70er Jahre eingeschleppt worden. — 1887 wurde die Infektion entdeckt.
28	Nr. 14b. Untergrund. Sonst wie 27.				

Verzeichniß der Erdproben.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
29	Nr. 15a. Obergrund. Sonst wie 27.	Tiefgründiger lehmreicher Alluvialboden.	?	Die Reben kränkelten stark.	Die Reben waren an freistehenden Spalieren gezogen.
30	Nr. 15b. Untergrund. Sonst wie 27.				
31	Nr. 16a. Obergrund. Gemarkung Westum. Distrikt: Auf dem Pulbriesch.	?	?	?	
32	Nr. 16b. Untergrund. Sonst wie 31.				

b) Königreich Sachsen.

33	Nr. I. Gemarkung Niederlößnitz. Von Roemer'scher Weinberg. Oberer Theil.	Gemengter Syenit-Knack.	Gutedel, zum Theil auch andere Sorten und blaue Trauben. Zumeist blauer Burgunder.	Die Reben sind sehr zurückgegangen und schließlich abgestorben.	Das Alter der Infektion läßt sich nicht genau bestimmen. Bis zum Jahre 1878 einschließlich sind sehr befriedigende Ernten gewonnen worden. 1879 machte sich zuerst an der Süd-ost-Grenze des Weinbergs eine gelbliche Färbung der Blätter und ein Zurückbleiben der Triebe bemerkbar. Von hier aus rückte die Erkrankung allmählich über das ganze Besitzthum vor. 1883 wurden einzelne gänzlich abgestorbene Stöcke ermittelt; 1884 und 1885 erwies sich eine allgemeine Neuanlage als nothwendig. Die Zerstörung ging jedoch von nun an mit Riesenschritten von Statten. Ein bis zwei Jahre wuchsen die neuen Stöcke, um dann rasch völlig abzusterben. Die sorgfältigste Düngung, Neupflanzung und Pflege war außer Stande, den verheerenden Wirkungen der Reblaus Einhalt zu thun.
34	Nr. IIa. Obergrund. Mittlerer Theil des Weinbergs. Sonst wie 33.				
35	Nr. IIb. Untergrund. Sonst wie 34.				
36	Nr. IIIa. Obergrund. Unterer Theil des Weinbergs. Sonst wie 33.				
37	Nr. IIIb. Untergrund. Sonst wie 36.				

Verzeichniß der Erdproben.

c) Königreich Württemberg.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
38	Nr. 1a. Obergrund. Gemarkung Stuttgart. Gewand: Unterer Rehlenberg.	Schwerer Thonmergel aus der Schichte der Gipsmergel (α) im unteren Keuper	Schwarzer Trollinger.	Die Reben zeigten keinen Rückgang, trugen vielmehr noch reichlich.	Schon 1876 waren mehrere, ungefähr 12 Jahre zuvor angepflanzte amerikanische Reben von der Reblaus befallen. Diese Infektion wurde 1879 für erloschen erklärt; zweifellos steht jedoch die 1886 entdeckte Infektion mit der von 1876 in Zusammenhang. Die Düngung und Pflege der Reben ließ nichts zu wünschen übrig.
39	Nr. 1b. Untergrund. Sonst wie 38.				
40	Nr. 2a. Obergrund. Gemarkung Neckarweihingen. Gewand: Häslen.	Auf dem Hauptmuschelkalke (Schichte β) lagernder ziemlich milder Lehm.	Sylvaner.	Die älteren, 15jähr. Reben zeigten keine auffälligen Erscheinungen, während die jüngeren 6jährigen Weinstöcke 1887 theilweise schon gänzlich abgestorben waren.	Das Alter der Infektion ist unbekannt. Ein Nachlassen der Triebkraft wurde bei den jungen, 6jährigen Reben schon 1886 nach dem Anschneiden der Tragruthen wahrgenommen. An guter Düngung und Pflege hat es diesen Reben nicht gefehlt.
41	Nr. 2b. Untergrund. Sonst wie 40.				
42	Nr. 3a. Obergrund. Gemarkung Neckarweihingen. Gewand: Hüttenweinberg.	Auf Muschelkalkdolomit (Schichte ι) lagernder, etwas schwererer Boden als bei 40 und 41.	Sylvaner.	Die Reben sind zurückgegangen.	Die Parzelle wurde 1880 neu wieder mit Reben bepflanzt. In den ersten Jahren wuchsen die Weinstöcke ganz gut, sobald aber 1884 Tragruthen angeschnitten waren, ließ die Triebkraft nach. Trotz der sorgfältigsten Pflege und kräftigsten Düngung mit Stallmist blieben die Jahrestriebe kurz und die Ernteerträge qualitativ und quantitativ gering.
43	Nr. 3b. Untergrund. Sonst wie 42.				
44	Nr. 4a. Obergrund. Gemarkung Hoheneck. Gewand: Stirnengärten.	Auf Felsen des Hauptmuschelkalkes (Schichte δ) auflagernder, ziemlich sandiger Lehm.	Weißer Sylvaner und Gutedel, schwarzer Trollinger, weißer und rother Elbling, blauer Sylvaner und rother Gutedel.	Die Reben sind zurückgegangen und zum größeren Theile abgestorben.	Als 1887 die Infektion entdeckt wurde, befanden sich auf der Parzelle 35jährige, 14- und 8-jährige Reben. Sämmtliche Reben waren infizirt. Die 35-jährigen Reben der Kammerzen lieferten noch ziemlich befriedigende Erträge, während die jüngeren Reben vollständig abgestorben oder doch im Absterben begriffen waren. 1885 sollen auch die jüngeren Reben noch einen guten Ertrag gegeben und erst 1886 zu kränkeln begonnen haben. Letzteres hat sich zuerst bei den achtjährigen Reben gezeigt. Sämmtliche Reben waren gut gedüngt und gepflegt worden.
45	Nr. 4b. Untergrund. Sonst wie 44.				

Verzeichniß der Erdproben.

d) Elsaß-Lothringen.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Erdprobe.	Geologische Verhältnisse.	Auf dem betreffenden Boden gebaute Rebensorte.	Verhalten der Reben gegen die Reblaus.	Bemerkungen.
46	Obergrund. Gemarkung Hegenheim. Distrikt: Oberer Crottacker.	Leichter Lehmboden.	Weiße und rothe europäische Trauben.	Die Reben sind sehr zurückgegangen, viele Stöcke längst abgestorben.	Alter der Infektion 13 Jahre. Die Reben im Urherde sind im Herbste 1873 von Baumann aus Bollweiler bezogen worden. Der Düngungszustand der Reben war ein mangelhafter.
47	Untergrund. Sonst wie 46.				
48	Obergrund. Gemarkung Lutterbach. Distrikt: Dorf und beim Kirchhof.	do.	do.	do.	Alter der Infektion wahrscheinlich 12 Jahre. Düngungszustand wie oben.
49	Untergrund. Sonst wie 48.				
50	Obergrund. Gemarkung Bollweiler. Distrikt: Moniwabel.	Alluvium; ziemlich feiner Schlammsand.	Amerikanische Reben, darunter Labrusca.	Die Reben sind nicht zurückgegangen.	Alter der Infektion 12 Jahre. Der Boden ist ein in gutem Zustande gehaltener Gartenboden.
51	Untergrund. Sonst wie 50.				
52	Obergrund. Gemarkung Plantières. Distrikt: Côte nos prés.	Schwerer, fester, undurchlässiger Thonboden im Juragebiet.	Verschiedene amerikanische und europäische Sorten.	Die amerikanischen Reben sind gar nicht, die europäischen kaum merkbar zurückgegangen.	Alter der Infektion wahrscheinlich 11 Jahre. Die Reben sind gut gedüngt worden.
53	Untergrund. Sonst wie 52.				
54	Obergrund. Gemarkung Vallières. Distrikt: Envolo.	do.	Europäische Rothweinsorten.	Die Reben sind sehr stark zurückgegangen und viele schon längst abgestorben.	Alter der Infektion wahrscheinlich 12 Jahre. Die Reben sind ziemlich gut behandelt worden.
55	Untergrund. Sonst wie 54.				
56	Obergrund. Gemarkung Ancy. Distrikt: Manboire, Le Chêne quartiers.	do.	do.	Die Reben sind merkbar, aber lange nicht in dem Umfange zurückgegangen, wie zu Vallières.	Alter der Infektion 13 Jahre. Die Reben sind ziemlich gut behandelt worden.
57	Untergrund. Sonst wie 56.				

Anmerkung. Die obigen Mittheilungen wurden gegeben: für Preußen durch den Kgl. Garten-Inspektor Herrn E. Ritter, für Sachsen durch Herrn Prof. Dr. F. Nobbe, für Württemberg durch Herrn Landwirthschaftsinspektor Rindt und für Elsaß-Lothringen durch den Aufsichtskommissar Herrn Oberlin.

lassen. Allein auf den folgenden 8 Herden mit höchstem Magnesiagehalte hatte sich das Gegentheil gezeigt, während auf anderen Herden mit verhältnißmäßig geringem Magnesiagehalte, wie zu Bollweiler, Plantières, Pr. 5 und 9, die Reben keinen oder nur einen geringen Rückgang aufgewiesen hatten.

Besonders bemerkenswerth erscheint noch der Herd von Bollweiler, weil der Boden desselben sowohl an Phosphorsäure und Eisen, wie an Magnesia relativ arm ist, während ein Rückgang der Reben, bei einem Alter der Infektion von 12 Jahren, daselbst nicht beobachtet worden war. — Umgekehrt erscheinen u. a. auch die Herde von Lutterbach, Neckarweihingen 3 und Pr. 3 besonders lehrreich, weil sie — und dies gilt namentlich von Lutterbach und Neckarweihingen 3 — zu den an Phosphorsäure und Magnesia relativ reichsten und auch an Eisen nicht armen Erden gehören, und die Reben auf ihnen der Reblaus dennoch zum Opfer gefallen sind. Daß der Mangel an Widerstandsfähigkeit der Reben bei verhältnißmäßig hohem Phosphorsäure- und Magnesia-, sowie jedenfalls ausreichenden Eisengehalte der Böden nicht etwa auf einen Mangel an Stickstoff in den vorliegenden Fällen zurückzuführen ist, dies lehren Neckarweihingen 2 und 3, sowie Hoheneck, wo eine reichliche Zufuhr von Stickstoff durch kräftige Düngung mit Stallmist das Verderben der Reben nicht hat verhindern können.

Es ergiebt sich, daß ein maßgebender Einfluß eines höheren Gehaltes der Weinbergsböden an Eisen, Phosphorsäure und Magnesia auf die Widerstandsfähigkeit der Reben gegen die Angriffe der Reblaus — soweit die hier angestellten Untersuchungen reichen — sich nicht erkennen läßt.

Gutachten, betreffend das Leitungswasser der Stadt Bernburg.

Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Petri.

(Hierzu Tafel XXII—XXVI.)

Für die Wasserversorgung des auf dem rechten Saaleufer belegenen Theiles von Bernburg, insbesondere der Bergstadt, deren höchster Terrainpunkt (Platz vor der Schloßkirche) 35,54 m über am Nullpunkt des Saalepegels (95 m über dem Normalnullpunkt des Amsterdamer Pegels) liegt, wurde schon im 16. Jahrhundert eine sogenannte „Kunst" angelegt, weil die Erbohrung von Brunnen in dem aus wasserarmen Buntsandstein bestehenden Untergrund mit Schwierigkeiten und Kosten verknüpft ist. Diese Kunst, welche das Wasser aus einem Brunnen in der Nähe der Saaleschleuse durch steinerne und hölzerne Röhren nach der Bergstadt trieb, war mit der Ausdehnung der Stadt unzulänglich geworden, so daß 1865 bis 1873 die Bergstadt an Wassermangel ernstlich zu leiden hatte.

Eine Abhilfe schuf das 1873 und 1874 hergestellte Wasserwerk. Dasselbe liegt südwestlich oberhalb von Bernburg am Fuße der Bergstadt auf dem rechten Saaleufer (vergl. Taf. XXII). Die ursprüngliche Anlage entnimmt das Wasser aus drei im Pfaffenbusch angelegten Brunnen (A, B, C Taf. XXII). Fünf in diesem Gelände 1873 auf einer in 70 m Entfernung dem Saaleufer parallel laufenden Linie niedergebrachte Probebohrungen (1 bis 5 Taf. XXII) hatten ergeben, daß an dieser Stelle ein 7—8 m mächtiges Kieslager, welches in einer Tiefe von etwa 10 m auf anstehendem Buntsandstein ruht, einen reichlichen Wasservorrath birgt. Das Bohrloch Nr. 3 wurde zunächst in der Weite von 1,9 m und in der Tiefe von 5 m zu einem Versuchsbrunnen hergerichtet und dessen Ergiebigkeit (3240 cbm in 24 Stunden) durch vierwöchentliches, ununterbrochenes Pumpen festgestellt. Die von Professor Dr. E. Reichardt ausgeführte Analyse einer am 10. Juni 1873 entnommenen Probe ergab im Vergleich mit dem Saalewasser, welches am unteren Schleusenpegel 1,95 m über dem Nullpunkt stand, im Liter:

Bestandtheile:	Versuchsbrunnen: (Milligramme im Liter:)	Saalewasser:
Abdampfrückstand	625,0	355,0
organische Substanz	31,0	331,0
Chlor	48,8	39,9
Schwefelsäure	106,3	78,9
Kalk	156,8	100,8
Magnesia	9,0	7,2
Salpetersäure	2,16	1,6

Die Temperatur des Wassers aus dem Versuchsbrunnen betrug 7° R, des Saalewassers in jener Zeit zwischen 12° und 19° R. Das Wasser des Versuchsbrunnen war voll kommen klar, farb- und geruchlos, und von erfrischendem Geschmack.

Dieser Brunnen wurde dann 3,3 m weit und 5,4 m tief ausgehoben und durch Ausmauern mit Mauersteinen und Cementmörtel zum Mittelbrunnen (Hauptbrunnen, B Taf. XXII) des Wasserwerkes umgebaut. In gleicher Ausführung wurden auf der vorerwähnten Linie je 80 m Fluß auf- bezw. abwärts noch die auf Taf. XXII mit A und C bezeichneten beiden Brunnen angelegt und mit dem Hauptbrunnen B durch 20 cm weite Heberleitungen verbunden. Das Mauerwerk der Brunnenwände ist bis 30 cm über die höchstbekannte Hochwasserlinie (6,176 m über Null am Schleusenpegel) hinaus wasserdicht emporgeführt, um bei den (nicht seltenen) Ueberschwemmungen des Pfaffenbusches die Verunreinigung der Brunnen mit dem ausgetretenen Saalewasser zu verhüten. Nur die im Kies stehende Sohle der Brunnen ist leicht durchlässig. Die Seitenbrunnen A und C sind mit Sandsteinplatten zugedeckt und der Haupt- und Mittelbrunnen ist mit einem besteigbaren Oberbau zur Aufnahme von Kontrolapparaten versehen. Vom Hauptbrunnen wird das Wasser durch eine 25 cm weite, 110 m lange Saugrohrleitung in das Maschinenhaus und von dort in die Stadtleitung bezw. ein mit derselben im Zusammenhang stehendes 450 m vom Maschinenhaus entferntes auf dem „Wasserthurm" (Taf. XXII) befindliches Hochreservoir gepumpt, dessen Oberkante 54,3 m über dem Nullpunkt des Saalepegels liegt. Die Leistungsfähigkeit dieser „alten" Anlage beträgt 3240 cbm in 24 Stunden.

Infolge des Anwachsens der Stadt wurde in den Jahren 1887/88 eine Erweiterung des Wasserwerkes durch die „neue Anlage" nothwendig. Nachdem durch erneute Bohrungen sich auch der Untergrund der an den Pfaffenbusch stadtwärts angrenzenden Töpferwiese als eine Fortsetzung des wasserführenden Kieslagers erwiesen hatte, wurden in der Entfernung von je 100 m in gerader Linie von einander die drei Brunnen D, E und F (Taf. XXII) angelegt, von denen D im Gehölze des Pfaffenbusches 110 m von der Saale, E und F auf der Töpferwiese 90 bezw. 70 m vom Flußufer entfernt liegen. Die Sohlen der in gleicher Weise wie bei der älteren Anlage hergerichteten Brunnen liegen für D und E 1,30 für F 1,80 m unter dem Nullpunkt des Saalepegels (die Sohle der alten Brunnen liegt nur 0,97 m unter diesem Nullpunkte) und die Tiefe der Brunnen von der Erdoberfläche abgemessen beträgt für D 5,55, für E 5,48 und für F 6,11 m. Die Brunnen sind durch eine 350 m lange und 35 cm weite Saugleitung mit zwei neuen Pumpmaschinen verbunden, welche abwechselnd arbeiten und je 4500 cbm Wasser heben können. Die Leistungsfähigkeit der Wasserwerke ist durch die neue Anlage auf 7500 cbm in 24 Stunden gesteigert worden.

Die bis Mitte Januar 1883 in längeren Zeitabständen, seit 1879 etwa vierteljährlich einmal ausgeführten Analysen des Leitungswassers ergaben zwar geringe Schwankungen in seinem Gehalte an gelösten Mineralbestandtheilen (vergl. die nachstehende Tabelle) insbesondere hinsichtlich des Chlorgehaltes nach Wackenroder 1875/76 von 42 bis 172 mgr im Liter, jedoch fand man keinen Anlaß zu Beanstandungen. Die Untersuchungen wurden im Verlaufe des Jahres 1883 unterbrochen. Erst die im Dezember 1884 dem Magistrat mit der Bitte um Abhilfe eingereichte Beschwerde eines Brauereibesitzers,

daß das Leitungswasser infolge hohen Chlorgehaltes (am 27. November 1884 376,3 mgr im Liter) sich zum Brauen nicht eigne, gab den Anlaß, die Analysen wieder aufzunehmen. Der Inspektor der Wasserwerke, Herr Hentzschel, konstatirte am 4. Dezember 1884 im Leitungswasser 423,5 mgr und in der Saale 485,5 mgr Chlor auf den Liter bei einem Pegelstand von 1,4 m. Herr Dr. Roemer von der landwirthschaftlichen Versuchsstation fand in dem am 7. Januar 1885 entnommenen Leitungswasser 299,0 mgr Chlor im Liter. Seit dieser Zeit wird von Herrn Hentzschel der Chlorgehalt des Leitungswassers und der Saale täglich (bezw. alle 3 Tage) ermittelt. Außerdem werden die gleichen Untersuchungen im Auftrage des Magistrates an der Herrn Professor Hellriegel unterstellten landwirthschaftlichen Versuchsstation von Herrn Dr. Roemer ausgeführt.

Die letzterwähnten Untersuchungen ergaben, daß die Vermehrung der gelösten Mineralbestandtheile im Leitungswasser unter gewissen Schwankungen bleibend war, und vornehmlich in einem Anwachsen des Kochsalzgehaltes ihren Grund fand (vergl. die Analysen von Roemer auf nachstehender Tabelle).

Untersucht von	Reichard	Wackenroder	Hultzsch	Roemer		
Im Jahre . . .	1873 10. VI.	1875—1876	1879—1883	1885 7. I.	1886 24. VII.	1886 28. X.
Rückstand . . .	625	488 bis 744	450 bis 580	977	925,0	1379,0
Glühverlust . . .	31,0	—	—	70	80,0	145,0
Chlor	48,8	42 bis 124	30 bis 46	299	255,3	450,2
Schwefelsäure . .	106,3	110 bis 172	40 bis 50	156	154,7	216,9
Kalk	156,8	84 bis 252	121 bis 129	163	150,0	205,2
Magnesia . . .	9,0	18 bis 72	20 bis 26	50	40,9	56,5

Roemer

1887 29. IX	1887 12. XII.	1888 14. VII.	1888 11. XII.	1889 19. VII.	1889 5. XII.	1890 25. VI.	1890 10. XII.	1891 8. VI.	1891 31. X.
1544,0	1570,0	946,4	1079,2	771,2	1416,0	1317,5	1846,0	1205,6	2174,5
86,0	78,0	40,4	46,0	70,0	100,0	101,0	84,0	44,0	60,0
513,3	529,0	236,6	348,0	194,8	459,4	417,6	723,8	355,0	865,4
221,3	233,4	167,9	162,2	140,4	172,0	165,1	174,9	130,5	130,5
230	219,0	158,4	160,0	140,5	192,5	178,0	200,5	205,0	249,0
55,7	57,3	52,8	39,5	47,6	57,3	59,1	55,1	45,8	72,6

In diesem Sinne erging im Februar 1885 eine gutachtliche Aeußerung des Professor Hellriegel, welcher insbesondere hervorhob, daß nach den Analysen von Dr. Roemer

nur der Kochsalzgehalt des Leitungswassers gegen früher erheblich gestiegen sei, während die Zunahme an Kalk, Magnesia und Schwefelsäure weit geringer ausfalle. Die Steigerung des Kochsalzgehaltes stehe wahrscheinlich mit dem erhöhten Kochsalzgehalt der Saale in Zusammenhang.

Diese Vermuthung Hellriegels wurde in den nächstfolgenden Jahren durch die fortlaufenden Untersuchungen Roemers und Hentzschels weiter gestützt. Die von letzterem gefundenen Zahlen für den höchsten Chlorgehalt im Saalewasser und im Leitungswasser während der Jahre 1884 bis 1891 sind:

	Saalewasser	Leitungswasser	
		alte Anlage	neue Anlage
1884:	485,5	423,5	—
1885:	908,8	674,5	—
1886:	830,7	511,2	—
1887:	1015,3	639,0	—
1888:	589,3	489,9	355,0
1889:	1207,0	837,8	653,2
1890:	1455,5	901,7	795,2
1891:	1775,0	1420,0	1001,1

Milligramm Chlor im Liter.

Ein ähnliches Ansteigen des Chlorgehaltes im Leitungswasser binnen dieser Zeit mit gewissen Schwankungen bekunden auch die von Roemer ermittelten Zahlen.

Die Brauchbarkeit des Leitungswassers für die Zwecke des Haushaltes und der Gewerbe erlitt infolge dieser Steigerung des Kochsalzgehaltes eine Schädigung, welche den Anlaß dazu gab, daß das G.-A. in amtlichem Auftrage der Angelegenheit näher trat und das Leitungswasser der Stadt Bernburg einer Untersuchung unterzog, um die Ursachen der Verschlechterung aufzuklären und sich über die gesundheitliche Tragweite der letzteren zu äußern.

Der vermuthete Einfluß der Saale auf den Chlorgehalt des Leitungswassers mußte sich am besten bei niedrigem Wasserstande des Flusses und zwar vornehmlich deshalb erkennen lassen, weil erfahrungsgemäß die Saale bei Niederwasser die höchsten Chlorzahlen liefert. Es wurde daher ein besonders niedriger Wasserstand abgewartet.

Auf die am 22. Juni von Seiten des Magistrates von Bernburg erfolgte Mittheilung, daß die Saale einen niedrigen Wasserstand habe, begab sich am 27. Juni Regierungsrath Dr. Ohlmüller in Begleitung des technischen Hilfsarbeiters im G.-A. Dr. Heise nach Bernburg, um am darauffolgenden Tage aus den Brunnen des Wasserwerkes, aus einigen anderen Brunnen und aus der Saale selbst Wasserproben zu schöpfen.[1]) Die bakteriologische Untersuchung der entnommenen Proben wurde noch am Entnahmetage in Bernburg in Angriff genommen, die chemische Analyse von

[1]) Eine weitere Anzahl von Wasserproben wurden bei dieser Gelegenheit sowohl aus der Saale oberhalb Bernburgs als auch aus deren Zuflüssen entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchung sollen an einer anderen Stelle verwerthet werden.

Tabelle I. Untersuchung

Tag der Entnahme:

Reihenfolge der Entnahme	Entnahmestelle	Qualitative Untersuchung								
		Schwefelwasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesia
1	Brunnen B.	0	vorhanden	vorhanden	0	0	0	0	„	„
2	Brunnen D.	0	„	„	Spur	0	0	0	„	„
3	Brunnen F.	0	„	„	Sehr geringe Menge	0	0	0	„	„
4	Brunnen im St. Johannis-Asyl	0	„	„	Ziemlich geringe Menge	0	0	0	„	„
5	Brunnen in der Badeanstalt .	0	„	„	0	0	Geringe Menge	Geringe Menge	„	„
6	Brunnen an der Freihold'schen Villa	0	„	„	Geringe Menge	0	0	0	„	„
7	Saale, bei dem Wasserwerks-Brunnen F. . . linkes Ufer	0	„	„	0	0	Schwache Spur	Spur	„	„
8	Desgleichen . . . rechtes Ufer	0	„	„	0	0	„	0	„	„

Dr. Heise auf der hygienischen Abtheilung des G.-A. ausgeführt. Das Zahlenergebniß der Untersuchungen ist in vorstehender Tabelle zusammengestellt.

Da es sich nach Abschluß der Untersuchungen herausstellte, daß die gewonnenen Daten zur Beurtheilung des Leitungswassers noch nicht ausreichten, begaben sich Regierungsrath Dr. Petri und der technische Hilfsarbeiter Dr. Heise (Regierungsrath Dr. Ohlmüller hatte inzwischen seinen Sommerurlaub angetreten) am 19. August nach Bernburg, um weitere Ermittelungen anzustellen und eine zweite, umfassendere Reihe von Wasserproben aus dem Bereiche der Wasserwerke bezw. des angrenzenden Geländes sowie dem daran vorüberfließenden Abschnitt der Saale zu entnehmen.

Die Ermittelungen erstreckten sich vornehmlich auf die hydrologischen und, soweit möglich, auch auf die geologischen Verhältnisse des Geländes der Wasserwerke. Das Ergebniß der Beobachtungen ist im folgenden Abschnitt niedergelegt.

Die Entnahme der Wasserproben fand am 25. August statt, und die bakteriologische Untersuchung schloß sich noch am gleichen Tage an. Die chemische Analyse der Wässer wurde wieder von Dr. Heise auf der hygienischen Abtheilung des Gesundheitsamtes ausgeführt. Die Zahlenergebnisse sind in der Tabelle auf S. 584 u. 585 zusammengestellt.

Die Grundwasserverhältnisse im Gelände der Bernburger Wasserwerke in physikalischer Beziehung.

Das Gelände der Wasserwerke hat seine längste Ausdehnung von Nord-Ost nach Süd-West und umfaßt die mit Rasen bewachsene Töpferwiese und den mit Laubholz bestandenen Pfaffenbusch. Die Grenze bildet auf der einen Längsseite die Saale, auf der entgegengesetzten von Nord-Ost nach Süd-West der Reihe nach: ein mit Bäumen

des Bernburger Wassers.

27. Juni 1892.

Quantitative Untersuchung								Bakterienzählung			Fluß-Tiefe an der Entnahmestelle
Suspendirte Substanzen	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl.)	Schwefelsäure (SO 3)	Kalk (Ca. O)	Magnesia (Mg O)	Feste Spaltpilze	Verflüssigte Spaltpilze		
Milligramm im Liter								in 1 ccm			m
0	2917	276	2,76	1338,49	204	237,71	70,63	2300	15	.	
0	2160	280	1,41	908,61	176	218,01	66,31	Mißlungen		.	
0	1587	185	1,29	635,05	156	172,31	60,54	1900	3	.	
—	1408	189	1,93	273,56	244	245,59	68,47	Nicht untersucht		.	
10,59	4086	296	5,45	1968,66	242	277,11	72,07	1700	35	.	
0,21	1172	207	0,92	312,64	188	206,19	93,69	700	90	.	
6,74	4588	214	6,15	2286,98	340	253,17	72,07	3700	400	.	3,50
4,22	4596	236	6,15	2276,41	318	245,59	66,31	2800	700	.	1,75

besetzter gradlinier Fußweg, welcher das Gelände der Wasserwerke von dem Grundstück der Spirituosenfabrik bezw. der Gärtnerei von Krieg und dem sich daran schließenden Grundstück des Johannis-Asyls trennt. Dann folgt der Eingang in den Pfaffenbusch und im Anschluß daran das bis an die Grenze gerückte Maschinenhaus und schließlich die Landstraße nach Gröna. Von den Schmalseiten des Geländes grenzt die nordöstliche an eine außer Betrieb befindliche Porzellanfabrik, an welche flußwärts das Fährhaus anstößt. Die südwestliche Fortsetzung des Geländes bildet der Caplansgarten. Das ganze Gelände ist nahezu eben und fällt nach der Saale zu etwas ab. Nur der Caplansgarten bildet eine Fortsetzung von derselben geringfügigen Erhebung über den Saalespiegel, während das Terrain der anderen angrenzenden Grundstücke stärker ansteigt. Im Nordosten erhebt sich die Bergstadt, deren höchster Theil, das Schloß und die Veranda mit steilen Abhängen, nur wenige Meter von der Grenze der Töpferwiese entfernt ist; nach Westen zu schließen sich die steilen Straßenzüge der tiefen Bärstraße und der Schäferberg sowie die hochliegende Schäferei an. Die Grundstücke des Johannis-Asyls und der Spirituosen-Fabrik steigen bis 20,13 m über den Nullpunkt der Saale empor. Der von der Schäferei an diesem Grundstücke vorbeiführende Weg fällt nach der Ecke der Wolfgangstraße zu ziemlich steil ab und der längs des Kirschberg nach Gröna führende Weg liegt 24,81 bis 32,62 m über dem Nullpunkt der Saale. Die nach dem Wasserthurm führende Wolfgangstraße steigt steil zu diesem Weg nach Gröna empor. (Vgl. Taf. XXII). Eine anschauliche Darstellung der Höhenverhältnisse bietet die Karte in Taf. XXIII*). Aus derselben geht hervor, daß das Gelände südöstlich der Wasserwerke zwischen der (Cuny'schen) Zuckerfabrik und der Stadt in ziemlich geringer

*) Abschnitt des mit 2385 Bernburg bezeichneten Meßtischblattes (Band VIII Blatt 3) der Königl. preuß. Landesaufnahme.

Tabelle II. Untersuchung

Tag der Entnahme:

Reihenfolge der Entnahme	Entnahmestelle	Qualitative Untersuchung								
		Schwefelwasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesia
I.	Brunnen im St. Johannis-Asyl	0	vorhanden	vorhanden		schwache Spur	0	Spur	vorhanden	vorhanden
II.	Brunnen A. der Wasserleitung	0	"	"	0	0	Spur	kaum Spur	"	"
III.	Brunnen B. desgl.	0	"	"	kaum Spur	0	"	"	"	"
IV.	Brunnen C. desgl.	0	"	"	Spur	0	"	"	"	"
V.	Brunnen D. desgl.	0	"	"	geringe Menge	0	0	0	"	"
VI.	Brunnen E. desgl.	0	"	"	"	0	0	0	"	"
VII.	Brunnen F. desgl.	0	"	"	sehr geringe Menge	0	kaum Spur	0	"	"
VIII.	Wasserleitung, alte Anlage, Auslaß im Maschinenhause	0	"	"	kaum Spur	0	Spur	kaum Spur	"	"
IX.	Wasserleitung, neue Anlage, Auslaß im Maschinenhause	0	"	"	geringe Menge	0	kaum Spur	0	"	"
X.	Wasserloch a. d. Bornaschen Aue	0	"	"	0	schwache Spur	sehr geringe Menge	kaum Spur	"	"
XI.	Brunnen im Cunyschen Beamtenhause	0	"	"	0	0	0	0	"	"
XII.	Brunnen in der Badeanstalt	0	"	"	0	schwache Spur	geringe Menge	Spur	"	"
XIII.	Saale, linkes Ufer, oberhalb der Wasserwerke	0	"	"	0	0	geringe Spur	schwache Spur	"	"
XIV.	Saale, rechtes Ufer, oberhalb der Wasserwerke	0	"	"	0	sehr schwache Spur	"	"	"	"
XV.	Saale, Mitte, gegenüber der Badeanstalt	0	"	"	0	0	"	"	"	"
XVI.	Saale, linkes Ufer, unterhalb der Wasserwerke	0	"	"	0	0	"	"	"	"
XVII.	Saale, rechtes Ufer, unterhalb der Wasserwerke	0	"	"	0	0	"	"	"	"
XVIII a.	Bohrloch, erste Probe, unfiltrirt	0	"	"	geringe Menge	geringe Menge	Spur	"	"	"
XVIII b.	Bohrloch, zweite Probe, filtrirt	0	"	"	"	"	Spur	"	"	"
XVIII c.	Bohrloch, neue Probe	0	"	"	0	0	kaum Spur	Spur	"	"
XIX.	Wasserleitung in der landwirthschaftl. Versuchsstation	0	"	"	sehr geringe Menge	0	0	kaum Spur	"	"
XX.	Brunnen im Irrenhause	0	"	"	0	0	Spur	"	"	"

des Bernburger Wassers.

25. August 1892

Quantitative Untersuchung									Bakterienzählung		
Suspendirte Subst.	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Salpetersäure	feste Spaltpilze	verflüss. Spaltpilze	Schimmelpilze
Milligramm im Liter									in 1 ccm		
6,32	977	134	2,00	146,08	195	171,75	58,14	40,72	1309	82	16
0	6440	432	3,26	3232,43	354	345,23	90,33	.	706	35	4
0	5976	562	3,35	2956,07	332	414,62	105,23	.	558	1	0
0	5706	452	3,59	2832,69	320	355,64	89,37	.	504	66	0
0	4645	523	2,69	2230,62	278	376,46	103,30	.	135	13	2
0	3833	453	1,88	1751,93	245	341,76	103,30	.	91	0	3
0	3807	480	1,63	1732,19	244	362,59	101,26	.	173	2	0
0	6086	550	3,26	2975,81	336	407,68	95,14	.	268	13	2
0	4328	484	2,29	2033,22	266	369,52	103,30	.	302	278	8
262,28	758	120	1,55	59,22	208	216,85	59,58	.	687	158	6
5,38	644	160	0,29	59,22	142	71,13	58,14	61 08	979,65	106	0
12,46	6198	266	5,55	3178,14	394	206,44	74,47	.	315,0	50	4,5
25,91	6786	272	5,88	3508,79	408	289,71	84,08	.	2138,9	316,5	0
30,51	6816	286	6,61	3503,85	392	282,77	77,36	.	2614,5	238,5	2,5
29,59	6794	284	6,69	3498,92	406	282,77	85,05	.	3049,9	246,0	0
24,85	6786	296	7,18	3498,92	420	289,71	87,93	.	2718,5	269	2,5
28,87	6790	312	6,37	3493,98	400	282,77	85,53	.	3014,6	205,5	1
nicht bestimmt	1006	242	4,19	211,22	200	196,03	88,89	.	nicht bestimmt		
„	1002	251	3,10	190,37	144	171,75	90,33	.	do.		
154,49	291	55	4,24	59,22	84	50,31	24,50	.	do.		
0	4330	456	2,20	2072,70	268	369,52	102,82	.	308,7	4,5	2
198,30	628	210	1,10	100,67	148	130,11	46,61	51,50	nicht bestimmt		

Entfernung von der Saale bezw. vom Pfaffenbusch alsbald die Höhe von 200 Dezimalfuß (gleich 20 Ruten = 75,325 m) über der Ostsee erreicht und zu zwei kleinen Hügeln ansteigt. Zwischen beiden Hügeln (auf dem in Taf. XXIII mit P. H. bezeichneten liegt der Wasserthurm, auf dem anderen die Landesirrenanstalt) zieht sich in der Richtung auf das Maschinenhaus der Wasserwerke eine Thalsenkung mit mäßig steilen Böschungen zur Saale hinab.

Zur Beurtheilung der Grundwasserverhältnisse in diesem Gelände ist ferner ein Blick auf seine geologische Beschaffenheit von Nutzen. Bernburg und Umgebung liegen im Gelände der Buntsandsteinformation. Auf dem rechten Saaleufer über die Bergstadt hinaus nach Dröbel und die Fuhne aufwärts bis Baalberge sowie auf dem linken Saaleufer links von der Wipper bis an Waldau heran erstreckt sich der obere Buntsandstein, während der untere Buntsandstein auf dem rechten Saaleufer in der Richtung nach Gröna zu und links von der Saale auf dem rechten Wipperufer zu Tage tritt. Auf dem linken Saaleufer unterhalb Waldaus steht der den oberen Buntsandstein überlagernde untere Muschelkalk an. Der Buntsandstein von Bernburg hat, wie die Bohrungen z. B. in Roschwitz, Plömnitz, Solvayhall und am Parforcehaus ergaben, eine Mächtigkeit von 280—290 m. Die Schichten dieser Formation werden nun bis zu einer gewissen Tiefe vom Flußthal der Saale durchschnitten. Das Thal ist ausgefüllt von den jüngeren alluvialen Formationen, welche ihre Entstehung der Thätigkeit der Saale verdanken. Vergleiche dazu die geologische Karte Fig 1[1]) sowie die Skizze

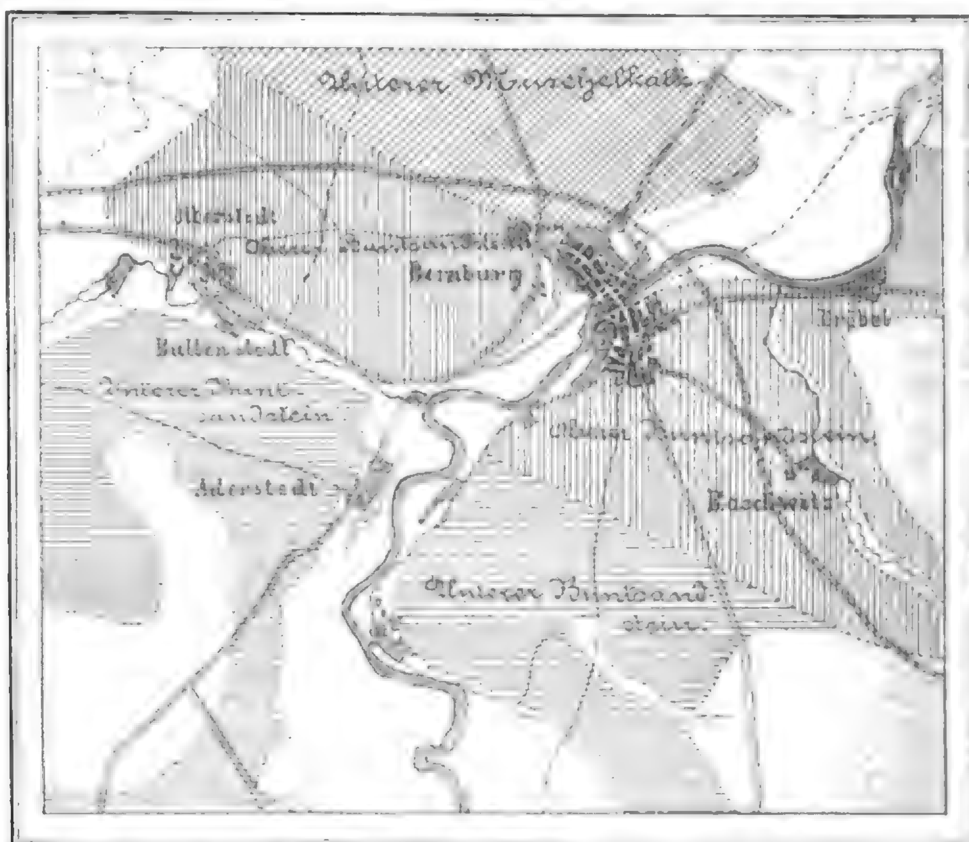


Fig. 1.

[1]) Abschnitt des Blattes IV der Sektion „Staßfurt" der geologischen Karte von Ewald.

des Saalethal-Querschnittes Fig. 2[1]) aus welcher ersichtlich ist, daß das derzeitige Flußbett der Saale in einer Rinne in diesen Alluvialbildungen verläuft. Zu einem rechts vom Flusse gelegenen Abschnitt dieser jüngeren Formationen gehört

Skizze des Saalthal-Querschnittes.
Längen 1:9000; Höhen 1:3000.

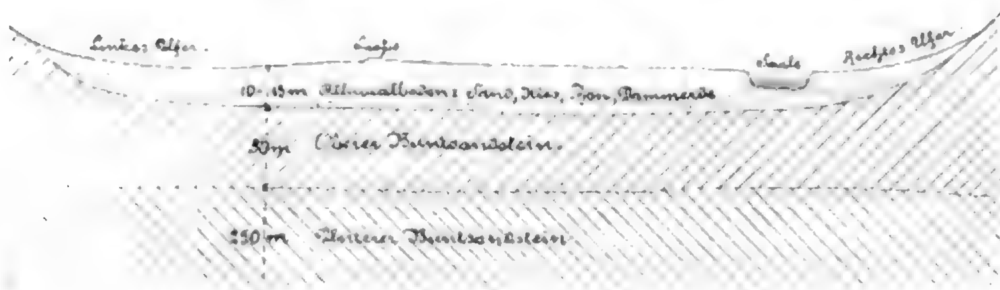


Fig. 2.

auch das eingangs erwähnte Kieslager, welchem das Bernburger Leitungswasser entstammt. Das Kieslager steht daher im Zusammenhang mit den das Flußthal ausfüllenden Bildungen. Dieselben bestehen aus Lagen von Dammerde, Sand, Kies und Thon von verschiedener Mächtigkeit und Anordnung. Den Untergrund der links von der Saale belegenen Stadttheile bilden, wie ein Blick auf die geologische Karte (Fig. 1) lehrt, die gleichen Formationen, während der Untergrund der Bergstadt rechts von der Saale, sowie des hügeligen Geländes südöstlich von der Töpferwiese und dem Pfaffenbusch aus dem oberen Buntsandstein besteht. An zahlreichen Stellen, besonders in der Nähe der Saale, tritt der Buntsandstein zu Tage; im Uebrigen ist er von Humus- und Dammerdeschichten bedeckt.

Die Form der Sandsteinrinne, in welcher der zu den Wasserwerken gehörige Abschnitt des Kieslagers ruht, sowie die Größe und die Gestalt des letzteren lassen sich aus den vorliegenden zahlreichen Bohrungen, sowie auf Grund der Besichtigung des angrenzenden Geländes mit ziemlicher Genauigkeit angeben. Im Pfaffenbusch und auf der Töpferwiese sind im Ganzen 14 Bohrlöcher niedergebracht. Die Lage derselben ist auf dem Plan Taf. XXII angegeben. Die Bohrregister sind aus nachstehenden beiden Tabellen ersichtlich:

	Bohrlöcher von 1873	Bohrlöcher von 1886—1887			
	∘ 1—5	∘ 6	∘ 7	∘ 8	∘ 9
Schwarze Erde	1,30 m	1,70 m	2,50 m	2,90 m	3,50 m
Sandige Erde	1,20 m				
Feiner Sand	0,90 m		2,70 m	1,30 m	2,70 m
Grober Kies	6,50 m	8,00 m	4,10 m	5,70 m	
Sandstein	Sandstein	Letten	Sandstein	Sandstein	Sandstein
Gesammttiefe	9,90 m	9,70 m	9,60 m	9,90 m	6,20 m
Dicke der Sand- und Kiesschicht	7,30 m	8,00 m	7,10 m	7,00 m	2,70 m

[1]) Nach Angaben von Hentzschel.

	Bohrlöcher von 1886—1887			
	∘ 10	∘ 11	∘ 12	∘ 13
Erde	1,20 m	1,10 m	0,40 m	1,20 m
Thon	1,70 m		4,60 m	1,80 m
Thoniger Sand		0,90 m		
Feiner Sand	0,30 m	1,00 m		
Sand und grober Kies	4,90 m	5,00 m	3,40 m	5,05 m
Sandstein	Sandstein	Sandstein	Sandstein	Sandstein
Gesammttiefe	8,10 m	8,00 m	8,40 m	8,05 m
Dicke der Sand- und Kiesschicht	5,20 m	6,00 m	3,40 m	5,05 m

Als 14. Bohrloch kommt noch der Badeanstaltsbrunnen hinzu. Die Begrenzung des im Sandstein erodirten Rinnenabschnittes bezw. des ausfüllenden Kieslagers läßt sich von Nordosten nach Südwesten über folgende Punkte verfolgen.[1]) Bei der Porzellanfabrik am Schäferberg, nach welcher Stelle die Sandsteinfelsen der Veranda und die steil abfallende tiefe Bärstraße am Saaleufer zusammentreffen, steht der Buntsandstein zu Tage. Der Brunnen 17 ist ganz im Sandstein abgeteuft, während Brunnen 14 durch den Kies geht und die Sohle auf Sandsteinletten liegt. Die Brunnen 15 und 16 gehen durch eine wenig tiefe Kiesschicht auf den Sandstein. Ihre Sohlen liegen nicht unbeträchtlich höher, als die Sandsteinsohlen auf der Töpferwiese. An dem Wege, welcher von der Schäferei ziemlich steil abwärts zum Wasserwerk führt, steht der Buntsandstein zu Tage. In dem neuangelegten „Bohrloch“ (Taf. XXII) bei der Wolfgangstraße steht der Buntsandsteinletten unter der Ackerkrume. Das Fundament des Maschinenhauses der Wasserwerke und des auf der anderen Seite der Straße gelegenen Wohnhauses ruht im Saalekies. Hinter diesem Wohnhause steigt das Terrain an, und liegt Buntsandstein unter der Ackerkrume. Am Wege nach Gröna zwischen dem Grundstück der Irrenanstalt und der Zuckerfabrik liegt der Sandstein zu Tage. Derselbe tritt bei der Cuny'schen Zuckerfabrik dicht an das Saaleufer heran. (Vergl. Taf. XXII und Fig. 1). An dieser Stelle liegt die südwestliche Spitze des Rinnenabschnittes, dessen größte Länge 1016 m und größte Breite etwa 180 m beträgt. Ueber die Gestalt des Boden des buchtförmigen Abschnittes der Rinne geben die Lagen der Bohrlöchersohlen hinreichende Auskunft. Das Profil in der Längsrichtung ist aus der Skizze auf Taf. XXIV ersichtlich. Die tiefste Stelle (abgesehen von dem gleich zu erwähnenden Bohrloch 6) in einer 70 m von der Saale entfernten Linie, welche die Bohrlöcher 1—5 und Bohrloch 12 verbindet, liegt unter dem Pfaffenbusch im ganzen Bereich der alten Anlage 5,37 m unter dem Saalenullpunkt. Die Steigung unter der Töpferwiese bis zur Sohle von Bohrloch 12 (4,09 m unter Null) beträgt 1,28 m. Die Linie, welche die Bohrlöcher der neuen Anlage verbindet, weicht von der ersterwähnten Linie um einen Winkel von 8° landeinwärts ab. Die Sohle des 110 m landeinwärts gelegenen Bohrloches 10 liegt 1,82 m über den Sohlen der Bohrlöcher 1—5. Die Sohle von Bohrloch 7 liegt 5,35 m unter Null, also nur 0,02 m höher, als die Sohlen unter dem Pfaffenbusch. An dieser Stelle hat

[1]) Vergl. die punktirte Grenze des Kieslagers auf Taf. XXII.

der Abschnitt der Sandsteinrinne eine kleine Einsenkung. Noch etwas tiefer ist die Einsenkung bei Bohrloch 6, dessen Sohle 5,54 m unter Null und 0,17 m Sohlen im Pfaffenbusch liegt. Nach der Grenze erhebt sich der Boden der Rinne unter dem Pfaffenbusch ziemlich steil. Die Sohle von Bohrloch 8, welches 63 m senkrecht von der Verbindungslinie 1—5 entfernt ist, liegt 4,14 m unter Null, so daß der Sandstein von dort zur Saale auf 63 m um 1,28 m abfällt. Der Abfall von der Sohle des Bohrloches 9 (1,54 m unter Null) zu der 52 m davon entfernten Sohle des Bohrloches 5 beträgt sogar 2,88 m.

Die Rinne ist von dem Kieslager und den darüber liegenden Oberflächenbildungen ausgefüllt. Die Oberfläche des Geländes ist der unter Tage liegenden Oberfläche des Buntsandsteins nicht ganz parallel. Das Gelände fällt zur Saale weniger steil ab, wie dies aus den Zahlen für die Oberkantenniveaus hervorgeht; auch liegt die Töpferwiese zum großen Theil um etwa 0,4 m tiefer, als der Pfaffenbusch, während der Sandsteinboden unter ihr bis auf 1,55 m über den Boden der Rinne unter dem Pfaffenbusch ansteigt. Der Abfall des Geländes zur Saale erhellt aus den Zahlen in nachstehender Tabelle:

Oberkante des Maschinenhaussockels		8,04	m über Null
„ von Bohrloch	8 . .	5,62	„ „ „
„ „ „	9 . .	4,66	„ „ „
„ „ „	1—5 . .	4,43	„ „ „
„ „ „	7 . .	4,25	„ „ „

Die Niveaus der Oberkante der anderen Bohrlöcher sind aus Tafel XXIV ersichtlich.

Ueber die Mächtigkeit des Kieslagers an den verschiedenen Stellen geben die Bohrregister ebenfalls genügenden Aufschluß. Dieselbe beträgt an der tiefsten und breitesten Stelle unter dem Pfaffenbusch 7,3 m, ist an der Grenze im Bohrloch 8 noch 7,0 m und läuft über Bohrloch 9 mit 2,7 m gegen das ansteigende Hügelland schnell aus. In Bohrloch 7 zwischen Pfaffenbusch und Töpferwiese beträgt die Dicke des Kieslagers 7,1 m; unter der Töpferwiese nach der Bergstadt zu nimmt sie allmählich ab; sie beträgt bei Bohrloch 13 noch 5,05 m, bei 12 nur 3,4 m. Bohrloch 13 fällt mit 8,0 m aus dieser Reihe heraus. Die Sohle des Bohrloches liegt aber 1,7 m unter den Sohlen der Nachbarlöcher im Sandsteinletten, so daß die größere Mächtigkeit des Lagers in enger Begrenzung nur zur Ausfüllung dieser kleinen Vertiefung dient.

Die Wassermenge, welche das Kieslager überhaupt aufnehmen kann, läßt sich ungefähr berechnen. Wenn wir von etwaigen Ausläufern desselben über die angegebenen Grenzen landeinwärts absehen, die, wenn vorhanden, nur geringfügig sein können, und wenn wir Länge, Breite und Tiefe mit 1016, 150 und 70 m in Ansatz bringen, so beträgt das Volumen 1 066 800 cbm. Bei gleichmäßiger und vollkommener Durchtränkung mit Wasser und unter der Annahme, daß das Porenvolum 35 % beträgt (Durchschnittszahl nach Flügge), berechnet sich diese Wassermenge auf 373 480 cbm.

Als Quellen, welche das Kieslager mit Wasser speisen, kommen folgende in Betracht:

1. Die Wassermengen, welche von der Oberfläche des Pfaffenbusches und der Töpferwiese senkrecht in die Tiefe sickern, und aus den atmosphärischen Niederschlägen bezw. von Ueberschwemmungen daselbst herrühren.

2. Oberflächenwässer, welche vom angrenzenden Gelände in das Kieslager abfließen, bezw. auf den gegen die Kieslagerbucht geneigten Buntsandsteinflächen in diese Bucht absickern.

3. Das Wasser, welches aus der am Gelände der Wasserwerke vorüberfließenden Saale in das Kieslager eindringt.

4. Der Grundwasserstrom, welcher sich im großen Kieslager der Saaleaue thalabwärts bewegt.

5. Etwaige unmittelbar aus der Buntsandsteinunterlage quellende Zuflüsse.

Die Menge und die Zusammensetzung des Grundwassers im Kieslagerabschnitt der Wasserwerke bezw. des Bernburger Leitungswassers wird von Menge und Zusammensetzung der vorerwähnten Zuflüsse abhängig sein. Zur Beurtheilung des Leitungswassers ist es daher nöthig diese Zuflüsse in das Kieslager der Reihe nach einer Betrachtung zu würdigen.

1. Der Zuwachs, welchen das senkrecht in das Kieslager einsickernde Wasser bringt, wird nach heftigen bezw. lang andauernden Regengüssen sowie bei der Schneeschmelze seinen höchsten Betrag erreichen. Dies Wasser ist zwar arm an Salzen, jedoch seine Menge nur gering und für die dauernde Speisung des Kieslagers von untergeordnetem Werthe. Dies gilt auch von dem Wasser, welches bei Ueberschwemmungen des Pfaffenbusches und der Töpferwiese in die Tiefe dringt. Als ausgetretenes Saalewasser hat es dessen Zusammensetzung und wird, wie die Ausführungen des nächsten Abschnittes darthun, relativ arm an Mineralbestandtheilen sein. Für die regelmäßige Versorgung des Kieslagers mit Wasser kommt das Ueberschwemmungswasser nicht in Betracht.

2. Die Menge des aus dem Gelände stammenden Oberflächenwassers ist abhängig zunächst von der Größe des in das Kieslager entwässernden Geländes und sodann von dem Betrag der atmosphärischen Niederschläge. Nur aus einem beschränkten Theile der Bergstadt könnten Oberflächenwässer in das Kieslager gelangen. Es sind dies einige am Abhang des Schloßfelsens belegene Straßenzüge und allenfalls noch die Straßen zwischen der Custrenaer Straße und dem Wege nach Gröna. Die Abwässer aus diesen Straßenzügen werden jedoch in zum Theil offenen, ausgemauerten Rinnsalen unmittelbar in die Saale abgeführt, so daß nur ein kleiner Theil der atmosphärischen Niederschläge durch Undichtigkeiten des Pflasters bis auf die Buntsandsteinunterlage gelangen und von dort über den Abhang des Kirschbergs in das Kieslager abfließen kann. Von dem nicht mit Straßenzügen besetzten Gelände entwässert nur der auf den Abhängen der vorerwähnten beiden Hügel gelegene Theil, in welchem das neue Bohrloch (s. Taf. XXII) angelegt wurde, nach den Wasserwerken hin. Von den Hügeln stromaufwärts der Cuny'schen Zuckerfabrik fließt das Oberflächenwasser oberhalb der Wasserwerke in die Saaleaue ab. Die in das Kieslager entwässernde Fläche ist mithin ziemlich beschränkt, so daß die Zuflüsse von dort nur bei ausgiebigem bezw. lange andauerndem Regen oder durch die Schneeschmelze eine nennenswerthe Höhe erreichen werden. Während der anhaltenden Dürre des verflossenen Sommers ist die Speisung des Kieslagers aus diesen Zuflüssen sehr geringfügig ge-

wesen. Von Quellen in den Buntsandsteinabhängen oberhalb der Vertiefung, in welcher das Wasserwerk liegt, ist nichts bekannt. Die aus den wasserführenden Schichten des Buntsandsteins dorthin abfließenden Sickerwässer können ihrer Menge nach nicht als beträchtlich erachtet werden, denn der Bernburger Buntsandstein ist, wie die Erfahrung an zahlreichen Brunnen der Bergstadt lehrt, recht wasserarm. Die im Buntsandstein stehenden Brunnen an der Grenze des Kieslagers, z. B. der Brunnen (No. 17) der Porzellanfabrik waren diesen Sommer gänzlich vertrocknet. Auch die in den Randpartieen des Kieslagers angelegten Brunnen, welchen das aus dem Gelände zufließende Wasser an erster Stelle zu Gute kommt, litten dieses Jahr sehr an Wassermangel. Es mußte dieserhalb z. B. die Sohle des Asylbrunnens (No. 16 Taf. XXII) in der Zeit zwischen der ersten und zweiten vom Gesundheitsamte ausgeführten Wasserprobenentnahme tiefer gelegt werden.

Die Zuflüsse aus dem Gelände können nur dann in tiefere Schichten des Kieslagers gelangen, wenn dieselben zur Zeit des Abfließens der Zuflüsse trocken sind. Dies ist jedoch, wie nachfolgend weiter ausgeführt wird, wahrscheinlich niemals der Fall. Mithin kann das vom Gelände in das Kieslager abfließende (salzarme) Wasser nur vom Rande und von der Oberfläche des Kieslagers her allmählich in die Tiefe dringen und mit dem dort stets vorhandenen Grundwasser in Diffusion treten.

3. Das Bett der am Pfaffenbusch und an der Töpferwiese vorbeifließenden Saale liegt in den oberflächlichen Schichten der Alluvialgebilde, welche die Saaleaue ausfüllen (vgl. die Querschnittsskizze in Fig. 2). Ein Uebertritt des Flußwassers in das Kieslager an dieser Stelle ist gewiß möglich, obschon das Vorhandensein dieses unmittelbaren Uebertrittes für die Erklärung der Befunde am Leitungswasser nicht nothwendig erscheint.

Nach den im allgemeinen an den Flußufern gemachten Erfahrungen gehört eine direkte Beziehung zwischen dem Grundwasser des Flußufergeländes und dem Flußwasser zu den Ausnahmen. Die verschlammten Wände des Flußbettes pflegen ein direktes Vermischen des Flußwassers mit dem Grundwasser zu verhindern, und zwar um so eher, als das Grundwasser vielfach höher steht, wie der mittlere Wasserstand der Flüsse. Für das Kieslager bei den Wasserwerken kommt der letzterwähnte Umstand allerdings in Fortfall, denn dort steht das Grundwasser selbst bei Niederwasser tiefer, als der Saalespiegel. Wie stark die Verschlammung des Saalebettes ist, entzieht sich einer ausreichenden Beurtheilung. Die Verschlammung wird durch das bei der Stadt befindliche Stauwehr gefördert. Andererseits konnte bei den von den Kommissaren des Gesundheitsamtes vorgenommenen Probeentnahmen aus der Saale mehrfach beobachtet werden, daß der Flußgrund an vielen Stellen aus reinem, schlammfreien Kies besteht. Schließlich muß zu dieser Betrachtung noch die Thatsache erwähnt werden, daß bei dem 5 m von der Saale gelegenen Badeanstaltsbrunnen, also zwischen dem Brunnen B der alten Anlage und dem Flusse eine etwa 4 m mächtige Thonschicht durchteuft worden ist (vgl. die Skizze in Taf. XXIV), so daß an dieser Stelle wenigstens ein seitliches Zufließen von Saalewasser in den Brunnen B nicht wohl denkbar erscheint. Die Brunnen D und F sind ebenfalls durch Thonschichten abgeteuft, und es ist wohl möglich, daß diese Schichten sich bis nach dem Flusse hin fortsetzen. Mithin erscheint

ein direktes Einsickern von Saalewasser aus dem an den Wasserwerken vorüberfließenden Fluße zwar möglich, aber nicht grade wahrscheinlich.

4. Der Grundwasserstrom, welcher sich im Kies der Saaleaue thalabwärts bewegt, dürfte als die Hauptquelle für die Speisung der Wasserwerksbrunnen zu betrachten sein. Es geht dies sowohl aus den vorerwähnten geologischen Verhältnissen, sowie auch aus den weiterhin entwickelten physikalischen und chemischen Beobachtungen am Leitungswasser hervor. Diese Beobachtungen lehren jedoch, daß das Grundwasser der Saaleaue, wie es bei den Bernburger Wasserwerken aus den Brunnen entnommen wird, physikalisch und chemisch vom Flußwasser abhängig ist. Es kommt dabei weniger in Betracht, ob diese Verbindung an den Wasserwerken selbst oder, was wahrscheinlicher, schon oberhalb derselben durch die Undichtigkeiten im Saalebette vermittelt wird. Das Vorhandensein eines mächtigen Grundwasserstroms im Kies der Saaleaue erweisen nicht nur die bei den Wasserwerken, sondern auch die an anderen Brunnen und Wasserlöchern, die in diesem Kies stehen, gemachten Beobachtungen. Selbst bei anhaltender Dürre versiegen solche Wasserquellen nicht, selbst wenn sie, wie die Wasserwerksbrunnen, stark beansprucht werden.

5. Thatsachen, welche einen erheblichen Zufluß von Wasser in das Kieslager aus dessen Buntsandsteinunterlage wahrscheinlich machen, sind nicht bekannt. Der Buntsandstein fällt unter Bernburg von einer Linie zwischen Wirschleben und Aderstedt nach Nordost ein. Seine durchlässigen Schichten führen das Sickerwasser in dieser Richtung weiter. Für die Wasserwerke kämen daher nur solche Schichtenköpfe in Betracht, welche sich in der vorbeschriebenen Rinne öffnen, bezw. deren Wassergehalt mit dem Grundwasser im Kieslager in Diffusion tritt, denn bis in diese Schichten selbst sind die Wasserwerksbrunnen nicht abgeteuft. Mithin ist um den etwaigen chemischen Einfluß solcher Zuflüsse auf das Leitungswasser zu beurtheilen die Heranziehung von sonstigen Wässern aus dem Bernburger Buntsandstein von Nutzen. Vergleiche das Weitere darüber im nächsten Abschnitt.

Wir fassen unsere Ansicht über den Ursprung des Wassers im Kieslager der Wasserwerke kurz dahin zusammen, daß die Hauptmenge desselben dem von der Saale beeinflußten Grundwasserstrom im Kies der Saaleaue entstammt, welcher die flache Bucht unter dem Pfaffenbusch und der Töpferwiese langsam in der Richtung auf die Stadt zu durchzieht, und dabei mit dem in wechselnder Menge vom Gelände her in das Kieslager einsickernden bezw. dort schon vorhandenen Wasser in Diffusion tritt.

Den weiteren Beweis für diese Behauptung liefern außer den im nächsten Abschnitt niedergelegten chemischen, auch die an den Wasserwerksbrunnen gemachten physikalischen Beobachtungen.

Nach den mehrjährigen Aufzeichnungen des Wasserwerksinspektor Hentzschel fallen die Schwankungen des Wasserstandes im Brunnen A zeitlich mit den Niveauschwankungen der Saale fast unmittelbar zusammen, wie dies ein Blick auf die beiden Wasserstandskurven der Taf. XXV lehrt, nur sind die Erhebungen und Senkungen der Brunnenkurve etwas flacher als die der Saalekurve. Nach anderwärts gemachten Beobachtungen ist ein zeitlich so nahes Zusammengehen der Höhenschwankungen für Flußwasser und Grundwasser selten. So beobachtete z. B. Heß (Soyka, Boden S. 266) an der Aller,

daß in zwei Brunnen mit 47 bezw. 140 m Abstand vom Fluß der höchste Wasserstand erst 4 bezw. 5 Tage nach dem höchsten Hochwasserstand des Flusses (Frühjahr 1866) eintrat. Das Eindringen des Flußwassers in den Boden erfolgte nach Soyka in diesem Fall mit einer Geschwindigkeit von 10—35 m pro Tag.

In den Wasserwerksbrunnen steht der Wasserspiegel vor dem Beginn des Pumpens ziemlich hoch und wird durch die Wasserentnahme vorübergehend abgesenkt. Die Absenkung gleicht sich jedoch nach dem Aufhören des Pumpens alsbald wieder aus, weil von der Sohle her das Grundwasser ungemein schnell nachquillt. Einen Schluß auf den Grundwasserstand im Kieslager wird man daher nur aus den vor bezw. längere Zeit nach dem Einstellen der Entnahme ausgeführten Messungen in den Brunnen machen dürfen. Die am 25. August beobachteten Wasserstände sind in die Längsschnittskizze auf Taf. XXIV eingetragen. Wie aus der Skizze ersichtlich, stand das Wasser in den zur Zeit der Messung außer Betrieb befindlichen Brunnen A, B und C ziemlich gleich hoch, bei 2,33, 2,08 und 1,78 m über Null, also durchschnittlich etwa 1 Meter tiefer als die Saale. Wenn wir absehen von dem etwas niedrigen Wasserstand in C, der vielleicht durch die Entnahme aus D beeinflußt wurde, darf der Wasserstand in A und B als dem Grundwasserstand im Kieslager an diesem Tage entsprechend angesehen werden. Für die Beurtheilung der normalen Grundwasserhöhe in den Brunnen D, E und F können wir die von Herrn Hentzschel am 15. und 16. November d. J. nach 12stündiger Außerbetriebsetzung der Brunnen ausgeführten Messungen heranziehen, welche die Zahlen ergaben: Am 15. November, Abends 7 Uhr, bei einem Wasserstand der Saale am Oberpegel von 3,60 m, am Unterpegel von 0,65 m stand das Wasser in B 2,31 m über Null; am 16. November, Morgens 7 Uhr, bei einem Wasserstand der Saale am Oberpegel von 3,55 m, am Unterpegel von 0,60 m in D = 2,20 m, in E = 2,25 m und in F = 2,15 m über Null. Die Wasserstände aus diesen letzten Messungen sind in die Skizze, Taf. XXIV, ebenfalls eingetragen. Nach diesen Zahlenangaben steht das Wasser in allen sechs Brunnen annähernd gleich hoch, sobald der Einfluß des Pumpens genügend lange ausgeschlossen wird. Die Linie, welche auf der Skizze die Wasserhöhen mit einander verbindet (unter Außerachtlassung von C aus dem vorerwähnten Grunde), bildet annähernd eine Gerade. Dieselbe verläuft für die Brunnen der neuen Anlage fast horizontal, mit einer kleinen Absenkung nach F zu. Für die Brunnen der alten Anlage liegt sie einige Centimeter höher und fällt nach A zu etwas ab. Auf die Differenz der Zahlenangaben für die Wasserstände in B und A darf jedoch ein allzuhohes Gewicht nicht gelegt werden, denn die Einnivellirung der betreffenden Oberkanten für B ist älteren Datums und kann um einige Centimeter von der Wirklichkeit abweichen; auch hat sich die Sohle der Brunnen im Laufe der Zeit durch Versandung erhöht. Die aus den Messungen berechneten Versandungsschichten sind in der Skizze markirt und bei der Eintragung der Wasserstände berücksichtigt. Der Grundwasserstand im Kieslager muß diesen Höhen im Allgemeinen entsprechen, bezw. noch etwas höher angenommen werden. Ferner geht aus dem Unterschied zwischen dem Wasserstand in F und in A und B, welche Brunnen gleich weit vom Flusse entfernt sind, hervor, daß das Grundwasser die Tendenz haben wird, aus dem Kies unter dem Pfaffenbusch langsam nach dem Kies unter der Töpferwiese, also in der Stromrichtung der Saale abzufließen.

Der Wasserdruck, welcher von der Saale bezw. durch Vermittelung des Grundwasserstroms im Kies der Saaleaue auf das Wasser im Kieslagerabschnitt der Wasserwerke ausgeübt wird, macht sich in den Brunnen der alten Anlage, woselbst das Kieslager am tiefsten und am breitesten ist, etwas mehr bemerkbar, als in den Brunnen der neuen Anlage. Zudem ist der Kies unter dem Pfaffenbusch nach Ausweis der Bohrregister gröber, als unter der Töpferwiese. Hier ist er mit Sand vermischt und von Thonschichten überlagert. Die geologische Beschaffenheit hilft somit den geringeren Ausschlag des Wasserdruckes an dieser Stelle zu erklären.

Als wichtiges Ergebniß geht aber aus diesen Wasserstandsbeobachtungen die Thatsache hervor, daß das Kieslager der Wasserwerke trotz der voraufgegangenen, monatelangen Dürre und trotz der andauernden, nicht unerheblichen Wasserentnahme durch die Pumpwerke bis an seine obere Grenze mit Wasser angefüllt ist. Ein Blick auf die Längsschnittsskizze lehrt sogar, daß die Wasserstände in den Brunnen über die Grenzen des Kieslagers hinausragen. Es muß demnach das Grundwasser an diesen Stellen unter einem gewissen Druck stehen. Nach Ausweis der Bohrregister reicht die das Kieslager unterm Pfaffenbusch überlagernde Schicht feinen Sandes bis 1,93 m über Null, dann folgt eine als wenig durchlässig zu erachtende Schicht von Erde mit Sand. Das Grundwasser füllt demnach unterm Pfaffenbusch das Kieslager bis in die oberste Schicht aus, und der Wasserdruck, unter welchem es steht, treibt die Wassersäule in den ausgemauerten Brunnenschächten bis auf 2,33—2,68 m über Null empor. Noch auffallender ist diese Erscheinung bei den Brunnen unter der Töpferwiese. Daselbst liegt die obere Grenze des Kieslagers in D bei 1,65 m, in E bei 2,18 m **über** und in F bei 0,69 m **unter** Null. Dann folgt nach oben eine **undurchlässige** Thonschicht. Die Wassersäulen in den Brunnenschächten von D, E und F stehen daher erheblich **höher**, als die Grenze des Kieslagers nach oben zu reicht. Uebrigens wurde schon beim Bau des Brunnens F die Beobachtung gemacht, daß das erbohrte Grundwasser daselbst unter Druck stand. Die Brunnensohle wurde etwas tiefer in den Kies (bis zu 1,80 m unter Null) abgesenkt und das Mauerwerk weiter nach unten ausgeführt.

Diese Ueberfüllung des Kieslagers mit Wasser ist um so auffälliger, als die zur Deckung des Wasserbedarfs entnommenen Wassermengen im Vergleich zu den Dimensionen des in Betracht kommenden Kieslagerabschnittes keineswegs geringfügig sind. Von dem auf 1 066 800 cbm geschätzten Gesammtvolum des Kieslagers kommt für die Wasserentnahme nur derjenige Theil in Betracht, welcher über der Sohle der Brunnen liegt. Diese Kiesmasse beträgt annähernd 450 000 cbm (1000 × 3 × 150) m. Dem entspricht eine Wassermenge von nur 157 000 cbm. Wenn die mittlere Tagesentnahme auf nur 3000 cbm veranschlagt wird, müßte beim Mangel jeglicher Zuflüsse der obere Theil des Kieslagers in etwa 52,5 Tagen trocken gelegt worden sein, was trotz der anhaltenden Dürre von über 90 Tagen und des Mangels atmosphärischer Zuflüsse während dieser Zeit nicht eintrat. **Die Wasserfülle des Kieslagers ist somit nur durch die reichliche Speisung aus dem von der Saale beeinflußten Grundwasserstrom im Kies der Saaleaue zu erklären.**

Das aus der Saaleaue in die Wasserleitungsbucht übertretende Wasser vermischt sich theils direkt, theils durch Diffusion mit dem dort vorhandenen Grundwasser.

Der vom Gelände herstammende Theil desselben wird sich, wie erwähnt, an den Grenzen des Kieslagers und an der Oberfläche desselben am längsten der Vermischung entziehen. Für diesen Mischungsprozeß sind außer der Strömungsgeschwindigkeit des eintretenden Grundwasserstromes die durch das Pumpen in der Nähe der Brunnensohlen hervorgerufenen lokalen Strömungen von größter Bedeutung. Die Entnahmerohre tauchen mit ihren Unterkanten frei in das auf den durchlässigen Brunnensohlen stehende Wasser. Ein unmittelbares Ansaugen aus den Poren des Kieslagers, wie z. B. durch Abessynierrohre, findet nicht statt. Die durch das Pumpen entnommenen Wassermengen werden durch Nachquellen von der Sohle der Brunnen her stets wieder ersetzt. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich dieser Vorgang abspielt, ist abhängig von der treibenden Kraft und den Widerständen. Die letzteren sind von der Durchlässigkeit des Kieslagers bedingt, die im Bereiche der alten Anlage augenscheinlich etwas größer ist, als unter der Töpferwiese. Als treibende Kraft ist der Druck einer Wassersäule von derjenigen Höhe anzusehen, um welche der Wasserspiegel in den Entnahmebrunnen durch den Hub der Pumpen niedriger gehalten wird, als die Druckhöhe beträgt, unter der das Grundwasser im Kieslager von Natur aus steht. Diese Verhältnisse werden nicht für alle sechs Brunnen vollkommen gleich sein, und zwar schon deshalb nicht, weil die beiden Anlagen an den verschiedenen Tagen in verschiedenem Maße beansprucht werden. Mithin darf nicht erwartet werden, daß die Durchmischung des Grundwassers im Kieslagerabschnitt der Wasserwerke eine vollständig gleichmäßige ist. Dieser Auffassung entsprechen auch die im folgenden Abschnitt näher besprochenen chemischen Befunde.

Der Einfluß des Saalewassers auf das Leitungswasser in chemischer Beziehung.

Nach den vom Magistrat Bernburg für dieses Gutachten zur Einsicht vorgelegten Akten hat, wie erwähnt, Hellriegel schon 1885 auf Grund chemischer Analysen den Einfluß des Saalewassers auf das Leitungswasser als wahrscheinlich hingestellt. Den Beweis für die Richtigkeit der Vermuthung liefern die zahlreichen seitdem ausgeführten Analysen und die Untersuchung der vom Gesundheitsamte am 27. Juni und am 25. August 1892 entnommenen Wasserproben.

Bei der Vergleichung der Untersuchungsergebnisse von den am 27. Juni entnommenen Wasserproben sollen zunächst die 4 auf dem Gelände des Pfaffenbusch und der Töpferwiese belegenen Brunnen (Badeanstaltsbrunnen, Hauptbrunnen B der alten Anlage, Brunnen D und F der neuen Anlage) und der Brunnen des St. Johannis-Asyls berücksichtigt werden. Die in Tabelle I eingetragenen Zahlen sind in der umstehenden Tabelle in der Weise übersichtlich zusammengestellt, daß die höchsten Zahlen oben, die niedrigsten unten stehen.

Zunächst fallen in diesen Tabellen die ungewöhnlich hohen Zahlen für den Trockenrückstand und den Chlorgehalt auf. Beide Reihen nehmen in demselben Sinne ab. An den Zahlen der ersten Reihe ist nach Ausweis der zweiten Reihe augenscheinlich der hohe Gehalt der Wässer an Kochsalz Schuld. Wenn dieses aus der Saale stammt und das vom Gelände herrührende, eigentliche Grundwasser des Kieslagers weniger Chlor enthält, so muß unter der Voraussetzung, daß die Bodenschichten zwischen den Brunnen und der Saale, sowie die sonstigen Verhältnisse das Eindringen des Fluß-

Tabelle A. Analyse der am 27. Juni entnommenen Wasserproben.

Trocken-Rückstand		Chlor		Schwefelsäure		Kalk	
Saalewasser	4588	Saalewasser	2286,98	Saalewasser	340	Saalewasser	253,47
Brunnen der Badeanstalt	4086	Brunnen der Badeanstalt	1968,66	Asylbrunnen	244	Brunnen der Badeanstalt	277,11
Brunnen B	2917	Brunnen B	1338,19	Brunnen der Badeanstalt	242	Asylbrunnen	245,59
„ D	2160	„ D	903,61	Brunnen B	204	Brunnen B	237,71
„ F	1587	„ F	635,05	„ D	176	„ D	218,01
Asylbrunnen	1408	Asylbrunnen	273,56	„ F	156	„ F	172,31

Magnesia		Glühverlust		(Sauerstoffverbindung) Oxydirbakterie	
Saalewasser	72,07	Saalewasser	214	Saalewasser	6,15
Brunnen der Badeanstalt	72,07	Brunnen der Badeanstalt	296	Brunnen der Badeanstalt	5,45
Brunnen B	70,63	Brunnen D	280	Brunnen B	2,76
Asylbrunnen	68,47	„ B	276	Asylbrunnen	1,93
Brunnen D	66,31	Asylbrunnen	189	Brunnen D	1,41
„ F	60,54	Brunnen F	185	„ F	1,29

wassers in gleichem Sinne beeinflussen, der Chlorgehalt der Brunnen mit der Entfernung derselben von der Saale abnehmen. Dies ist nun in der That für die an der breitesten Stelle des Kieslagers im Pfaffenbusch in geologisch gleichem Untergrunde stehenden 3 Brunnen (Badeanstaltsbrunnen 5 **m**, Hauptbrunnen B **70 m**, Asylbrunnen **170 m** von der Saale entfernt) der Fall. Auch der Chlorgehalt des von einer diese Brunnen verbindenden Linie stadtwärts 140 m entfernten Brunnens D mit 110 m Abstand von der Saale schiebt sich in diese Reihe an der erwarteten Stelle ein. Ein anderes Verhalten zeigen jedoch die Zahlen für Rückstand und Chlor des Brunnens F, welcher, wie Brunnen B, ebenfalls 70 m von der Saale entfernt ist. Das Wasser dieses Brunnens enthält viel weniger Chlor, als das aus Brunnen B und nimmt in der vorerwähnten Reihe den Platz vor dem des Asylbrunnens ein. Es ist dies nach den im vorigen Abschnitt dargelegten, geologischen Verhältnissen des Untergrundes kaum anders zu erwarten. Das an dieser Stelle mit Einlagen von feinem Sand und Thon versehene Kieslager setzt dem Eindringen des Saalewassers größere Hindernisse entgegen, und außerdem liegt der Brunnen am Rande des Lagers, woselbst ein Rest des ursprünglichen Grundwassers zurückgehalten und erst ganz allmählich durch Diffusion reicher an Chlornatrium wird.

Die Zahlen obiger Tabelle können, wie alsbald näher erörtert wird, mit dem analytischen Befund des Saalewassers vom gleichen Entnahmetage nur im Allgemeinen verglichen werden. Der Einfluß des Saalewassers auf die Wasserleitungsbrunnen macht sich für die alte Anlage physikalisch zwar sehr schnell (ungefähr innerhalb 12 — 24 Stunden) bemerkbar, (Wasserstandskurven auf Taf. XXV) chemisch geschieht dies jedoch viel langsamer. Es müßte daher die Analyse der am 27. Juni ent-

nommenen Wässer mit der Analyse eines längere Zeit (etwa 20—30 Tage) früher aus der Saale entnommenen Wassers verglichen werden. Solche vollständigen, täglichen Analysen sind nicht gemacht worden, nur der Chlorgehalt wurde regelmäßig vom Wasserwerksinspektor Hentzschel bestimmt, und aus seinen Ermittelungen (vergl. die Kurve in Taf. XXV) geht hervor, daß vom Anfang April ab der Chlorgehalt des Saalewassers (abgesehen von einigen Schwankungen im Mai und im Anfang Juni) im Steigen begriffen war, und Ende Mai etwa 1700 mgr, am 4. Juni 1980 mgr im Liter betrug, eine Zahl, hinter welcher der Chlorgehalt des Brunnens B vom 27. Juni (1968 mgr) nur wenig zurückbleibt.

Hinsichtlich der Magnesia, des Glühverlustes und der Oxydirbarkeit zeigen wenigstens die 3 in annähernd derselben Richtung landeinwärts von der Saale gelegenen Brunnen (Badeanstaltsbrunnen, Brunnen B, Asylbrunnen) ähnliche Abstufungen, wie für den Chlorgehalt, und Brunnen F zeigt auch in dieser Beziehung sein abweichendes Verhalten. Das Wasser dieses Brunnens enthält weniger Schwefelsäure, Kalk und Magnesia als die Wässer der anderen 4 Brunnen, weist den geringsten Glühverlust und die geringste Oxydirbarkeit auf; der am nächsten an der Saale gelegene Badeanstaltsbrunnen hat von den 5 untersuchten Brunnen das schlechteste Wasser. Nur im Gehalt an Schwefelsäure wird es um ein geringes vom Asylbrunnen übertroffen. Dieser Umstand kann durch örtliches Vorkommen von Gips bedingt sein, denn auch der Kalkgehalt des Asylbrunnens ist höher, als der vom Brunnen B, der in derselben Linie 100 m näher am Fluße liegt. Der Einfluß der Saale offenbart sich in reiner Weise augenscheinlich nur in den Unterschieden im Chlorgehalt, während hinsichtlich des Kalkes und vielleicht auch der Magnesia örtliche Verhältnisse mitspielen. Im Allgemeinen ist das weichere Flußwasser ärmer an Kalk und Magnesia, als das harte Grundwasser, so daß die erwähnten Unregelmäßigkeiten wohl erklärt werden können durch die Verschiedenheiten der Diffusion zwischen dem von unten her in das Kieslager aufsteigenden, schwereren weichen Saalewasser und dem von oben her aus dem Gelände herabsickernden leichteren, aber härteren Grundwasser. Die Unregelmäßigkeiten im Austausch der verschiedenen Bestandtheile werden noch erhöht durch die unregelmäßige Ansaugung infolge des Pumpens, so daß (abgesehen vom Chlorbefund) ein glattes Entwirren der nach verschiedenen Richtungen auseinandergehenden, analytischen Zahlen nicht vollständig möglich ist. Es darf dies auch nicht erwartet werden, denn die Versuche, welche über die Diffusion verschiedener Salzlösungen durch Bodenarten, insbesondere durch Sand und Kies zum Theil unter Berücksichtigung natürlicher Verhältnisse in größerem Maßstabe angestellt worden sind (z. B. mit Kochsalz von Thiem an einem Versuchsbrunnen in Gleisenthal, Soyka l. c. S. 260) haben ergeben, daß gleiche Wassermengen selbst bei gleichem Porenvolum des Bodens und bei derselben Schichtenhöhe dieselben Salze in verschiedenen Mengenverhältnissen und in verschiedenen Zeiten durchführen, so daß durch Art und Weise der Bodenhohlräume die größten Unterschiede herbeigeführt wurden.

Gegen die Ansicht, daß der hohe Chlorgehalt des Bernburger Leitungswassers aus der Saale stamme, ist von verschiedenen, auch sachmännischen Seiten her der Einwand erhoben worden, das Chlor rühre vielmehr aus dem Grundwasser der salzführenden

Buntsandsteingehänge her, wie dies die Analysen von Brunnenwässern aus Orten in derselben Buntsandsteinformation ergäben. Obschon diese Behauptung bereits 1888 von der Herzogl. Anhaltinischen Regierung als unzutreffend zurückgewiesen wurde, weil Wässer mit höherem Kochsalzgehalt in der Umgebung von Bernburg fehlen und die Sammelbrunnen der Wasserwerke nicht bis in den Buntsandstein abgeteuft sind, erschien es doch wünschenswerth, zum Vergleich Proben solchen Grundwassers heranzuziehen.

Da die Brunnen an den Abhängen über dem Kieslager infolge der anhaltenden Dürre dieses Sommers vertrocknet waren, wurde beschlossen für diesen Zweck an geeigneter Stelle ein neues Bohrloch niederzubringen, und nach Erbohrung des betreffenden Grundwassers eine zweite, umfassendere Probeentnahme aus sämmtlichen Brunnen der Wasserwerke und des angrenzenden Geländes, sowie aus der Saale vorzunehmen.

Das 9,6 m tiefe Bohrloch wurde in der Zeit vom 22. bis 24. August in der vom Hügelgelände nach den Wasserwerken sich hinabziehenden Thalsenkung an einer (auf Taf. XXII u. XXIII bezeichneten) Stelle niedergebracht, welche von Brunnen B 198 m entfernt ist. Nahe am Bohrloch zieht sich in der Sohle der Thalsenkung ein (ausgetrocknetes) Gerinne abwärts. Das Bohrloch liegt etwas weiter hinauf als die Grenze des Kieslagers reicht, und es ist als sicher anzunehmen, daß von der Stelle des Bohrloches her in wasserreicheren Jahreszeiten Grundwasser in das Kieslager abfließt. Nach Ausweis des Bohrregisters[1]) stand die Buntsandsteinformation mit ihren abwechselnden Schichten von rothem, gelbem, braunem und grünem Letten und grauem, gelblichem oder röthlichem Sandstein unter der 1 m tiefen Dammerde an. Das erste Wasser fand sich 8,77 m tief in einer Sandsteinschicht. Dieselbe reichte bis zu einer Tiefe von 9,60 m, woselbst nach einer 10 cm dicken Lettenschicht harter Sandstein anstand. Die Oberkante des Bohrloches liegt 10,35 m und die Sohle 0,75 m über dem Nullpunkt der Saale. Der Wasserstand im Bohrloche war am Entnahmetage 1,50 m.

Die Probeentnahme vom 25. August erstreckt sich auf fünf Stellen der Saale vor den Wasserwerken, auf die sechs Wasserwerksbrunnen, den Badeanstaltsbrunnen, den

---

[1]) 0,00—1,00 schwärzliche Erde,
1,00—2,00 gelber Lehm mit etwas Sand,
2,00—2,50 Sand mit Letten (braun),
2,50—3,30 Letten mit Sand (braun),
3,30—4,45 harter, grauweißer Sandstein; eine dünne Lettenader bei 3,5,
4,45—5,10 harter, röthlicher Letten mit Sand,
5,10—5,53 fetter rother Letten, fast ohne Sand,
5,53—5,70 fetter, grauer Letten ohne Sand,
5,70—5,95 fetter rother Letten, ohne Sand,
5,95—7,00 brauner Letten mit gelben Adern, wenig feiner Sand,
7,00—7,10 harter, brauner Letten mit einzelnen Kieseln,
7,10—7,53 harter, rothbrauner Letten,
7,53—7,80 harter, grauer Sandstein mit weicherem, grünlichem Letten in feinen Lagen abwechselnd,
7,80—8,40 grauer, feiner Sandstein,
8,40—8,50 graugelber Sandstein,
8,50—8,77 grauer Sandstein, etwas feucht,
8,77—9,50 grauer Sandstein, mit Wasser durchtränkt,
9,50—9,60 bunter Letten, darunter harter Sandstein.

Die Schichten waren zum Theil von solcher Härte, daß sie mit Stahlmeißeln durchbrochen werden mußten; dazwischen lagen weiche Schichten, in die der Bohrer leicht eindrang.

Asylbrunnen und einen an der südwestlichen Spitze des Kieslagers im Caplansgarten belegenen Brunnen (zum Cunyschen Arbeiterhaus gehörig, sehr wenig benutzt). Außerdem wurde eine Wasserprobe entnommen aus einem in der Bornaschen Aue auf dem Grundstück der Ziegelei an der Straße zur Militärschwimmanstalt, 71 m von der Saale 1,25 m tief ausgehobenen Loche, welches in sandigem Lehm stand und sich binnen weniger Stunden mit durchgesickertem Wasser anfüllte. Das Loch lag mit seiner Sohle etwas höher als das Kieslager, von dessen Südwestspitze im Caplansgarten gegen 190 m flußaufwärts entfernt. In unmittelbarer Nähe des Loches befanden sich umfangreiche Lehmgruben, in welchen Grundwassertümpel standen. Die Probe wurde entnommen, weil bei hohem Grundwasserstand an dieser Stelle ein Ueberfließen desselben in das Kieslager als möglich angenommen werden konnte. Schließlich ist noch die Analyse einer von Herrn Hentzschel entnommenen Wasserprobe mit aufgenommen, welche aus einem neu angelegten Brunnen der Landesirrenanstalt stammt. Die Oberkante des 7,20 m tiefen Brunnens liegt 20,09 m über dem Saalenullpunkt, die Sohle 12,89 m. Der Brunnen liegt in einem örtlich begrenzten Kiesnest, welches sein Wasser aus dem höher gelegenen Gelände südöstlich der Grönaer Straße erhält. Bei Ueberfüllung dieses Kiesnestes würde auch von dort ein Abfluß nach den Wasserwerken möglich sein.

Die in Tabelle II eingetragenen analytischen Daten dieser Wasserproben sind in Tabelle B, ähnliche wie die der ersten Entnahme in Tabelle A, übersichtlich zusammengestellt.

Die Zusammenstellung lehrt, daß die Menge des Chlors des hauptsächlich davon abhängigen Trockenrückstandes, sowie auch der Schwefelsäure in den 6 Wasserwerks-Brunnen in der Flußrichtung der Saale abnimmt, während die Entfernung von der Saale einen geringeren Einfluß darauf ausübt. Ferner ist der Gehalt dieser 6 Brunnen und des Badeanstaltsbrunnens an Mineralbestandtheilen insbesondere an Chlor ein so hoher, daß der Einfluß des Saalewassers unverkennbar erscheint. Besonders deutlich tritt dies hervor beim Vergleich mit dem weiter vom Flusse landeinwärts liegenden Asylbrunnen und mit dem Wasser aus dem neuangelegten Bohrloch. Dies Wasser darf als eine Probe derjenigen Zuflüsse angesehen werden, welche als eigentliches Grundwasser aus dem Buntsandsteingelände zeitweise zur Speisung des Kieslagers dienen. Der geringe Gehalt desselben an Chlor und festen Bestandtheilen überhaupt widerlegt die Annahme, daß der hohe Gehalt des Bernburger Leitungswassers an Chlor aus dem natürlichen Grundwasser der Buntsandstein-Formation herrühre. Als Stütze für diese Widerlegung kann ferner die Analyse des Grundwassers aus dem Wasserloch in der Bornaschen Aue und des neuen Irrenanstalts-Brunnens herangezogen werden. Auffällig erscheinen jedoch die Zahlen für das Wasser des Cunyschen Abessyinierbrunnens, der, wie der Badeanstaltsbrunnen nur 5 m von der Saale entfernt in demselben Kieslager steht. Zur Erklärung des geringen Gehaltes seines Wassers an Chlor, sowie an Mineralbestandtheilen überhaupt können zwei Umstände geltend gemacht werden. Zunächst liegt er am Rande der Buntsandsteinrinne in der Grenzzone des Kieslagers, woselbst das chlorärmere Grundwasser sich längere Zeit der Versalzung durch das Saalewasser entzogen haben wird; auch ist er durch eine

Tabelle B. Analyse der am 25. August entnommenen Wässer.

Trockenrückstand		Chlor		Schwefelsäure		Kalk		Magnesia		Glühverlust		Sauerstoffverbrauch, Oxydirbarkeit	
Saalewasser aus der Mitte d. Fl.	6701	Saalewasser	3498,92	Saalewasser	496	Saalewasser	282,77	Saalewasser	85,05	Saalewasser	284	Saalewasser	6,69
Brunnen A	6440	Brunnen A	3232,43	Brunnen der Badeanstalt	394	Brunnen B	414,62	Brunnen B	105,23	Brunnen B	562	Brunnen der Badeanstalt	5,55
Brunnen der Badeanstalt	6198	Brunnen der Badeanstalt	3178,14	Brunnen A	354	„ D	376,46	„ F	104,26	„ D	523	Bohrloch	4,24
Brunnen B	5976	Brunnen B	2956,07	„ B	332	„ F	362,58	„ D	103,30	„ F	480	Brunnen C	3,59
„ C	5706	„ C	2832,69	„ C	320	„ C	355,61	„ E	103,30	„ E	453	„ B	3,35
„ D	4645	„ D	2230,62	„ D	278	„ A	345,23	„ A	90,33	„ C	452	„ A	3,26
„ E	3833	„ E	1751,93	„ E	245	„ E	341,76	„ C	89,37	„ A	432	„ D	2,69
„ F	3807	„ F	1732,19	„ F	244	Wasserloch in der Borna-schen Aue	216,85	Brunnen der Badeanstalt	74,47	Brunnen der Badeanstalt	266	Asylbrunnen	2,00
Asylbrunnen	977	Asylbrunnen	146,08	Wasserloch in der Borne-schen Aue	208	Brunnen der Badeanstalt	206,44	Wasserloch in der Borne-schen Aue	59,58	Brunnen der Irrenanstalt	210	Brunnen E	1,59
Wasserloch in der Borna-schen Aue	758	Brunnen der Irrenanstalt	100,67	Asylbrunnen	196	Asylbrunnen	171,75	Asylbrunnen	58,14	Brunnen von Cuny	160	„ F	1,63
Brunnen von Cuny	644	Wasserloch in der Borna-schen Aue	59,22	Brunnen der Irrenanstalt	148	Brunnen der Irrenanstalt	130,11	Brunnen von Cuny	58,14	Asylbrunnen	134	Wasserloch in der Borna-schen Aue	1,55
Brunnen der Irrenanstalt	628	Brunnen von Cuny	59,22	Brunnen von Cuny	142	Brunnen von Cuny	71,13	Brunnen der Irrenanstalt	46,61	Wasserloch in der Borna-schen Aue	120	Brunnen der Irrenanstalt	1,10
Bohrloch	291	Bohrloch	59,22	Bohrloch	84	Bohrloch	50,31	Bohrloch	24,50	Bohrloch	55	Brunnen von Cuny	0,29

mehrere Fuß dicke, feste Thonschicht in den Kies abgeteuft. Die Bewegung des unter solchen Verhältnissen abgeschlossenen Grundwassers und die Diffusion desselben mit dem in die mittlere Partie der Bucht weit ungehinderter eindringenden Saalewasser scheint so langsam vor sich zu gehen, daß das Wasser seine Reinheit längere Zeit behält. Als zweiter Grund für diese geringe Vermischung darf sodann die Thatsache angeführt werden, daß der Brunnen nur sehr wenig in Anspruch genommen wird. Mithin fällt für ihn derjenige Faktor aus, welcher die an und für sich träge Vermischung des Saalewassers mit dem ursprünglichen Grundwasser aus dem Gelände beschleunigt, nämlich die durch das Nachquellen des Wassers in die Brunnenschächte infolge des steten Pumpens herbeigeführten, lokalen Strömungen. Der Badeanstaltsbrunnen ist zwar ebenfalls durch eine 4 m dicke Thonschicht in das Kieslager niedergebracht. Er liegt aber mitten in der Oeffnung der Bucht nach dem Saalekies zu und das in dem Brunnen B aus dem Kies unter der Saale auf- und nachquellende Wasser muß die Sohle bezw. die Spitze des Abessynierrohres dieses Brunnens gleichfalls beeinflussen.

In den Zahlen für den Gehalt an Kalk, an Magnesia, sowie im Glühverlust und bei der Oxydirbarkeit ist der Einfluß des Saalewassers weniger zu erkennen. Das Wasser der Leitungsbrunnen enthielt am 25. August erheblich mehr Kalk und Magnesia, als das Saalewasser vom gleichen Tage, während das Wasser aus dem neuen Bohrloch, aus dem Wasserloch in der Bornaschen Aue, der Irrenanstalts-Brunnen und der Cunysche Brunnen weniger davon aufwies. Die Erklärung dürfte ungezwungen in örtlichen Verschiedenheiten hinsichtlich des Kalk- und Magnesiagehaltes im Kieslager selbst zu suchen sein, da im Saalekies Bruchstücke von Gesteinsarten mit diesen Bestandtheilen (z. B. Dolomit) regellos vorkommen. Ein näheres Eingehen hierauf erscheint für den Zweck dieser Darlegung belanglos.

Die Zahlenergebnisse für die Wasserproben vom 25. August bewegen sich im Großen und Ganzen in gleichem Sinne, wie für die Proben vom 27. Juni. Bemerkenswerth ist die bedeutende Zunahme an Chlor und Mineralbestandtheilen überhaupt, welche das Leitungswasser und das Saalewasser von der zweiten Entnahme aufweist. Da die Ausführungen des vorigen Abschnittes es als unwahrscheinlich hinstellen, daß zwischen der ersten und zweiten Entnahme dem Kieslager in der Wasserwerksbucht Wasserzuflüsse von Bedeutung aus dem Gelände zugesickert sind, kann dies Anwachsen insbesondere des Gehaltes an Chlor nur auf den Einfluß der Saale zurückgeführt werden, welche bei dem anhaltenden Niederwasser schon im Juli so reich an Salz war, daß daraus der Salzgehalt des Leitungswassers im August abgeleitet werden darf.

Der Einfluß der Saale macht sich chemisch wie physikalisch zuerst und am ergiebigsten auf die Brunnen der alten Anlage, später und weniger ausgiebig auf die der neuen Anlage geltend. Diese Unterschiede sind wesentlich begründet in den geologischen Verhältnissen des Kieslagerabschnittes in der Buntsandsteinrinne. Die Diffusion des Chlors geht in der Strömungsrichtung der Saale vor sich. Man kann sich vorstellen, daß das von der Saale bezw. dem Untergrundwasser des großen Saalekiesbettes in die Buntsandsteinbucht hereinspülende, chlorhaltige Wasser den Kies, in welchem die Wasserleitungsbrunnen stehen, in der Richtung von Brunnen A nach Brunnen F ganz allmählich durchzieht, und sich, unterstützt von den in Folge des Pumpens hervorgerufenen,

örtlichen Bewegungen, mit dem aus dem Gelände stammenden, chlorärmeren Grundwasser ganz langsam vermischt bezw. mit demselben in Diffusion tritt.

Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung liefern die schon erwähnten, regelmäßigen Chlorbestimmungen im Leitungs- und im Saalewasser, deren Ergebnisse den Kurven in den Tafeln XXV und XXVI zu Grunde liegen. Aus diesen Kurven geht zunächst hervor, daß der Chlorgehalt des Saalewassers beim Anschwellen des Flusses fällt, beim Absinken des Wasserstandes steigt. Die betreffenden Kurven sind an einigen Stellen, z. B. für März und April 1886, für März bis Mai 1887, 1888 und 1889, sowie für März und April 1891 in den Tagesschwankungen geradezu entgegengesetzt, solange die Schwankungen im Wasserstande nur von kurzer Dauer bleiben. Bei länger anhaltendem Niederwasser, wie z. B. im Mai 1886, Juni bis Oktober 1887, Mitte Mai bis Mitte Juni 1888, September und Oktober 1890, August bis November 1891, April bis Juni 1892 steigt der Chlorgehalt des Saalewassers andauernd empor. Diesen Schwankungen folgt nun der Chlorgehalt des Leitungswassers nach einer gewissen Zeit. Die Kurven für den Chlorgehalt des Leitungswassers stehen jedoch zu den Kurven für das Saalewasser nicht in einem so einfachen Verhältniß. Dies darf auch nicht erwartet werden, denn wenn unsere Auffassung über den Einfluß der Saale auf das Leitungswasser richtig ist, muß der Chlorgehalt des letzteren beim Ansteigen des Flußwassers, solange dieses noch mehr Chlor enthält, zunehmen, weil der höhere Wasserdruck auch den Uebertritt des Flußwassers in das Kieslager begünstigt. Aus diesem Grunde bewegen sich z. B. die Kurven für Chlorgehalt im Leitungswasser, und für die Wasserstände im Hauptbrunnen und für den Saalewasserstand vom August 1890 bis zum März 1891 im gleichen Sinne. Der Chlorgehalt des Leitungswassers nimmt aber in noch erheblicherem Maße zu beim Wachsen des Chlorgehaltes der Saale durch andauerndes Niederwasser, wie dies aus den Kurvenabschnitten für die Zeit vom Juni bis November 1887, August bis November 1891 und Mai bis Juli 1892 hervorgeht. Mithin kann sowohl das Steigen wie das Fallen des Flusses den Chlorgehalt des Leitungswassers erhöhen. Die Erhöhung durch das Hochwasser muß jedoch in weit geringerem Maße zur Geltung kommen, einmal, weil das Hochwasser ziemlich schnell wieder abfließt, und dann, weil der Chlorgehalt der Saale mit dem Hochwasser fällt. Die Erhöhung des Chlorgehalts durch das Niederwasser wirkt dagegen weit energischer. Diese Einflüsse der Saale werden nun noch zeitlich verschoben, durch die Filtrationswiderstände im Kieslager und so ist es erklärlich, daß die Maxima und Minima für die Chlorgehaltskurven an den verschiedenen Stellen verschieden weit von einander liegen.

Die Kurven liefern einen weiteren Beweis für unsere Behauptung, daß der Einfluß der Saale auf das Leitungswasser in der Strömungsrichtung des Flusses abnimmt, d. h. sich zuerst auf die Brunnen der alten, und später erst auf die der neuen Anlage geltend macht.

Wenn dies richtig ist, dann muß es auch vorkommen können, daß die Reihenfolge der Chlorgehaltszahlen sich geradezu umkehrt, d. h. zu gewissen Zeiten das meiste Chlor in dem Wasser der neuen Anlage, weniger in dem der alten, und am wenigsten im Saalewasser gefunden wird. Die Kurven zeigen nun, daß dies in der That der Fall war z. B. von Mitte April bis annähernd Mitte Mai 1891 und von Februar bis Anfang März 1892. Während dieser Zeiten wurde das Chlor aus dem Stauwasser in den

Poren des Kieslagers durch das chlorärmere Saalewasser in der Richtung von der alten Anlage her ganz allmählich herausgewaschen, und es hielt sich am längsten in den Brunnen unter der Töpferwiese.

Daß der hohe Chlorgehalt des Leitungswassers nur auf den hohen Salzgehalt des Saalewassers (bezw. des Grundwasserstroms in der Saaleaue) zurückzuführen ist, geht schließlich auch noch aus dem Chlorgehalt zahlreicher Wasserproben hervor, welche zu verschiedenen Zeiten den an verschiedenen Orten Bernburgs angelegten Brunnen entnommen sind. Die betreffenden Chlorbestimmungen stammen aus den Jahren 1885—1892 und sind mit wenigen Ausnahmen (Analysen des Gesundheitsamts) vom Wasserwerksinspektor Hentzschel ausgeführt.

Diese zum Vergleich herangezogenen Wässer ordnen sich nach ihrem Ursprung in drei Gruppen. Die erste umfaßt die Wässer aus dem Kies der Saaleaue, von denen der eine Theil rechts, der andere links von der Saale entnommen ist. Die zweite Gruppe enthält Wässer aus dem Buntsandstein der Bergstadt rechts von der Saale, und zur dritten Gruppe gehören die Wässer aus dem links von der Saale gelegenen unteren Muschelkalk bei Waldau.

Die Chlorbestimmungen sind in den nachstehenden Tabellen C und D zusammengestellt und mit den Chlorzahlen für das Wasser der Saale und der Wasserleitung, sowie mit den Wasserständen des Flusses in Vergleich gebracht. Aus den Tabellen geht hervor, daß die Wässer mit einer einzigen Ausnahme weniger Chlor enthielten, als das Leitungswasser vom gleichen Tage und mit 2 Ausnahmen auch als das Saalewasser. Die ersterwähnte Ausnahme bildet das Wasser aus dem Brunnen der Papierfabrik von Lange (Nr. 9 des Planes), welches in seinem Chlorgehalt gleichen Schritt mit dem Saalewasser hält. Der Brunnen steht dicht am linken Saaleufer im Kies, wird sehr in Anspruch genommen, und bildet augenscheinlich eine Wiederholung der Verhältnisse der Wasserleitungsbrunnen hinsichtlich der Verunreinigung mit Saalewasser. Die anderen beiden Fälle, in denen der Chlorgehalt den der Saale übertraf, sind das Wasser aus der Röße vom 25. Februar 1892 (440,2 Chlor gegen 401,8 Chlor im Saalewasser vom 23. Februar) und das Wasser aus dem im Buntsandstein abgeteuften, neuen Brunnen der Schloßbrauerei (Nr. 12) vom 5. Februar 1892 (339,9 Chlor gegen 332,8 in der Saale). In beiden Fällen ist jedoch der etwas niedere Chlorgehalt der Saale auf die schon erwähnte, vorübergehende, starke Verdünnung durch Hochwasser zurückzuführen. Die betreffenden Wasserstände waren 2,45 m und 3,30 m über Null und beide Male war auch das Verhältniß zwischen Chlorgehalt des Leitungswassers und des Saalewassers ein ungewöhnliches, indem das Leitungswasser mehr Chlor als die Saale enthielt, und zwar die neue Anlage mehr als die alte.

Im Uebrigen geht aus Tabelle C hervor, daß der Chlorgehalt der Wässer aus dem Saalekies wechselt, und augenscheinlich in Abhängigkeit steht vom Chlorgehalt der Saale. Auch der Cuny'sche Brunnen enthielt am 2. November v. J. 355,0 mgr Chlor im Liter, also beinahe 6 mal mehr, als im August.

Der Chlorgehalt der Wässer aus der Buntsandsteinformation ist ebenfalls verschieden. Die Zahlen bleiben theilweise weit hinter den Chlorzahlen der Wasserleitung und der Saale zurück. Das Gleiche gilt von den Wässern der Kalksteinformation.

Nr. auf dem Plan.	Bezeichnung des Brunnens bezw. der Entnahmestelle	Angaben und Bemerkungen.	Datum der Entnahme Tag	Monat	Jahr	Chlorgehalt. Milligramm im Liter.	Am Entnahmetage bestimmter Chlorgehalt in Saale	alte Anlage	neue Anlage	Wasserstand am Unterpegel
Nr. 5	Brunnen an der kleinen Wasserreihe	Unterstadt, am Stadtgraben, Grenze der Saale im Kies.	18. 9	Septemb. November	1885 1886	234,3 298,2	653,2 582,2	568,0 504,1	. .	[illegible] [illegible]
Nr. 4	Brunnen am Schützenplatze	Unterstadt, in der Nähe des Stadtgrabens im Kies der Saaleaue.	18. 9.	Septemb. November	1885 1886	140,7 85,2	653,2 582,2	568,0 504,1	. .	[illegible] [illegible]

Brunnen im Buntsandstein, rechtes Saaleufer.

Nr. auf dem Plan.	Bezeichnung des Brunnens	Angaben und Bemerkungen	Tag	Monat	Jahr	Chlorgehalt	Saale	alte Anlage	neue Anlage	Wasserstand am Unterpegel
Nr. 11	Brunnen von Näter	an der Saalebrücke, Abhang der Bergstadt, jetzt verschüttet im Sandsteinfelsen	9.	November	1886	262,7	582,2	504,1	.	0,[illegible]
Nr. 12	neuer Brunnen der Schloßbrauerei	nahe dem vorhergehenden Abhang der Bergstadt, im Sandsteinfelsen	5.	Februar	1892	389,9	332,8	837,8	908,9	3,[illegible]
Nr. 24	neuer Brunnen von Schwarzenberger und Reichert	Herbst 1892 18 m tief im Sandsteinfelsen, bei der Halleschen Straße	2.	November	1892	127,8	.	.	.	.
Nr. 19	neuer Brunnen der Aktienbrauerei	Durch Letten bis in den Buntsandstein abgeteuft, in der Nähe der Fuhne	8.	Februar	1892	63,9	418,9	823,6	901,7	2,[illegible]
Nr. 20	Brunnen des Schlachthauses	im Sandsteinfelsen, nahe der Fuhne; liefert alles Wasser für den Betrieb (Kühlwasser ꝛc.)	24.	Septemb.	1887	220,1	788,1	532,5	.	0,65
.	Wasserloch im Waldabhang, oberhalb der Schießstände, Bornasche-Au	Hügelabhang zwischen Gröna und den Wasserwerken	23.	August	1892	42,6	3940,5	3209,2	2006,4	0,[illegible]
Nr. 17	Brunnen von Hugo Janasch, Porzellanfabrik	in der Nähe der Töpferwiese im Buntsandsteinfelsen, jetzt vertrocknet	9.	November	1886	281,0	582,2	504,1	.	0,[illegible]

Brunnen im Kalkstein, links von der Saale (Waldau).

Nr. auf dem Plan.	Bezeichnung des Brunnens	Angaben und Bemerkungen	Tag	Monat	Jahr	Chlorgehalt	Saale	alte Anlage	neue Anlage	Wasserstand am Unterpegel
Nr. 1	Brunnen in der Rathmannsdorfer Straße	Im Muschelkalkstein, jetzt verschüttet	9.	November	1886	184,6	582,2	504,1	.	0,[illegible]
Nr. 2	Brunnen von Chr. Brückner	Im Kalkstein	9.	November	1886	284,0	.	.	.	.
Nr. 3	Wasser auf der Kellersohle von Triebe	das Wasser dringt über den Kalkstein in die Höhe	9.	November	1886	284,0	.	.	.	.
Nr. 8	Friederikenhausbrunnen	im Kies auf der Hochebene über dem Kalkstein	18.	März	1892	305,3	908,8	688,7	724,2	1,[illegible]

Nr. auf dem Plan	Bezeichnung des Brunnens bezw. der Entnahmestelle	Angaben und Bemerkungen	Datum der Entnahme			Chlorgehalt	Am Entnahmetage bestimmter Chlorgehalt in			Wasserstand am Unterpegel
			Tag	Monat	Jahr	Milligramm im Liter	Saale	alte Anlage	neue Anlage	
	Wässer aus dem Kies der Saaleaue, rechts von der Saale.									
Nr. 16	Brunnen des Johannis-Asyls	neuer Brunnen; derselbe, aus dem auch die vom 9. 9. entnommenen Proben stammen. Die Sohle des Brunnens lag bis z. letzt. Entnahme etwa bei +2,30.	9	November	1886	42,60	582,2	504,1	.	0,80
			25.	Septemb.	1887	177,5	788,1	532,5	.	0,69
			9.	Oktober	1891	177,5	1512,3	972,7	752,6	0,93
			24	Oktober	1891	184,6	1704,0	1218,1	866,2	0,97
			31.	November	1891	177,5	1739,5	1323,5	887,5	1,10
Nr. 15	Brunnen im Johan.-Asyl	alter Brunnen	9.	November	1886	142,0	582,2	504,1	.	0,80
	Brunnen v. O. Krieg, Spirituosenfabrik	meist wasserarm, hart an der Grenze des Kieslagers	.	.	.	113,6	.	.	.	.
Nr. 22	Brunnen von Cuny & Co.	Abessynier, 5 m von der Saale entfernt, an d. Grenze des Kieslagers, wird wenig gebraucht	.	.	.	56,8	.	.	.	.
			3.	November	1891	56,8	1270,9	1356,1	923,0	1,05
			2.	.	1892	355,0	.	.	.	.
Nr. 18	Badeanstaltbrunnen	geht durch 4,0 m Thonschlamm in das Kieslager	21.	März	1892	631,9	795,2	674,5	702,9	1,45
Nr. 14	Brunnen von Max Jannasch	an der Grenze des Kieslagers, Sohle im Buntsandsteinfelsen	9.	November	1892	99,4	589,2	504,1	.	0,80
	Links von der Saale.									
.	Brunnen der Villa Freyhold	an der Grenze der Saaleaue (Entnahme des G. A.) s. Anlage 3	25	Februar	1892	298,2	401,8	788,1	859,1	2,45
			27.	Juni	1892	312,6	2286,98	1190	.	0,9
Nr. 10	Brunnen im Wilhelmsgarten	in der Nähe des vorigen (*Daten vom 23. 2. 92)	9.	November	1886	269,8	582,2	504,1	800	0,80
			25.	Februar	1892	262,7	*401,8	*788,1	*859,1	2,45
Nr. 7	Orlofstümpel	quillt aus dem Untergrund der Saaleaue	15.	März	1892	255,6	1178,6	695,4	745,5	1,40
Nr. 9	Brunnen in der Papierfabrik von Lange	dicht an der Saale im Kies; sein Wasser wird zur Papierfabrikation stark beansprucht, hält im Chlorgehalt gleichen Schritt mit der Saale	18.	Septemb.	1885	666,3	653,2	568,0	.	0,83
			9	November	1886	560,9	582,2	504,1	.	0,80
			1.	November	1892	3266,0	3195,0	.	.	0,65
Nr. 6	Röße beim Siegsfeldschen Busche	alter Flußlauf, quillt aus dem Kiesuntergrund der Saaleaue empor	25.	Februar	1892	440,2	401,8	788,1	859,1	2,45
			15.	März	1892	284,0	1178,6	695,8	745,5	1,40
Nr. 13.	Brunnen in der Brauerei von Franz Rothe	im Kies der Saaleaue (Unterstadt)	9.	November	1886	369,2	582,2	504,1	.	0,80
Nr. 25.	Brunnen in der Breitenstraße	im Kies der Saaleaue (Unterstadt), er ist 1892 angelegt, stark benutzt (** v. 16. Sept. 1892	17.	Septemb.	1892	545,7	3621,0	**3393,8	**2378,5	**0,60
			28.	Oktober	1892	852,0	.	.	.	.

Das Ergebniß dieses Abschnittes kann in den Satz zusammengefaßt werden:

Die wechselnde Verunreinigung des Bernburger Leitungswassers mit Chlor (Kochsalz) ist dem Einfluß des Saalewassers als Ursache zuzuschreiben.

Die gesundheitliche Beurtheilung des Bernburger Leitungswassers.

Für die gesundheitliche Beurtheilung des Bernburger Leitungswassers ist fast ausschließlich der hohe Gehalt an Chloriden maßgebend. Das Wasser ist klar, farb- und geruchlos und von nicht zu hoher Temperatur. Allerdings war dieselbe am 25. August in den 6 Wasserleitungsbrunnen verschieden. Sie betrug im Wasser von Brunnen: A 15,5°, B 11,9°, C 14,4°, D 11,7°, E 10,9°, F 10,6° Celsius. Auch der Gehalt der Wasserproben aus diesen Brunnen, sowie der Gesammtleitung an Bakterien war an den beiden Entnahmetagen von mittlerer Höhe (s. Tabellen), und viel geringer, als der des Saalewassers. Zu sanitären Bedenken berechtigt zunächst nur der hohe Chlorgehalt. Derselbe betrug z. B. am 25. August im Leitungswasser der alten Anlage 2975,81 mgr, in dem der neuen 2033,22 mgr und im Mischwasser der landwirthschaftlichen Versuchsstation 2072,70 mgr auf den Liter. Die letztere Menge entspricht einem Kochsalzgehalt von 3421,21 mgr, ca. 3,4 g im Liter. Dementsprechend schmeckt das Wasser salzig und ist zum Trinken für die meisten Menschen widerlich. Eine unmittelbare Schädigung der Gesundheit kann dieser Salzgehalt zwar nicht herbeiführen, er ist aber für ein Trink- und Haushaltungswasser viel zu hoch. Zur Bereitung von Kaffee, Thee und zu ähnlichen Zwecken kann das Wasser nicht verwendet werden, weil die damit bereiteten Getränke einen widerlichen Geschmack annehmen. Dieser Uebelstand wurde daher auch zur Zeit der Anwesenheit des Berichterstatters in Bernburg in allen Kreisen der Bevölkerung unangenehm empfunden, so daß die Stadt wirklich an einer „Wasserkalamität" litt. Auch für Brauereizwecke, ja selbst zum Begießen gewisser Pflanzen war dies Wasser nicht zu gebrauchen. Der ursprüngliche Zweck der Wasserleitung, die Versorgung Bernburgs mit gutem Trink- und Nutzwasser für Haushalt und gewerbliche Zwecke, erscheint somit ernstlich in Frage gestellt. Das Urtheil über das Bernburger Leitungswasser kann daher in den Satz zusammengefaßt werden:

Das Bernburger Leitungswasser ist durch Aufnahme von Chlor (bezw. Kochsalz) aus dem Saalewasser für die Benutzung als Trinkwasser sowie für gewisse Zwecke des Haushaltes ungeeignet geworden, so daß es beanstandet werden muß.

Nachtrag.

Für die Erstattung des vorstehenden Gutachtens waren vornehmlich der Gehalt des Leitungswassers an Chlor und die Beziehungen zum Kochsalzgehalt der Saale maßgebend, während auf den Bakterienbefund ein besonderes Gewicht nicht gelegt wurde. Die vor Kurzem in Nietleben an der wilden Saale abgelaufene Choleraepidemie und das Vorkommen einzelner Cholerafälle in einigen Ortschaften unterhalb von Halle mahnt jedoch zur Vorsicht und gebietet, auch dem bakteriologischen Befunde volle Be-

achtung zu schenken. Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob aus dem Saalewasser nicht auch Bakterien in das Leitungswasser gelangen können. Zur endgültigen Entscheidung sind umfassendere bakteriologische Untersuchungen nöthig, als bisher vorliegen. Die wenigen in den mitgetheilten Tabellen aufgeführten Zahlen lassen erkennen, daß der Gehalt des Leitungswassers an Bakterien, wenigstens während eines niedrigen Wasserstandes, als ein nicht unerheblicher bezeichnet werden muß. Der Gehalt der am 25. August entnommenen Wasserproben an Bakterienkeimen betrug für die Brunnen A, B, C, D, E und F 741, 559, 570, 148, 91 und 175, sowie für das Mischwasser der Leitung 314 im Kubikcentimeter; für die Saale schwankt er zwischen 2466 und 3296. Die drei Brunnen der alten Anlage enthielten somit nicht unerheblich mehr Bakterienkeime, als die der neuen Anlage. Ein ähnliches Verhältniß hatte sich auch für die am 27. Juni entnommenen Proben herausgestellt. Die betreffenden Zahlen sind: für Brunnen B und F = 2315 und 1903, sowie für die Saale 3500 und 4100 Keime. Die Ergebnisse bei der Entnahme weichen nicht unerheblich untereinander ab. Auch dieser Umstand spricht zu Ungunsten des Bernburger Leitungswassers, weil im Allgemeinen für Leitungswasser eine gleichmäßige Beschaffenheit auch im Keimgehalt verlangt wird.

Der verhältnißmäßig hohe Keimgehalt der aus den Wasserwerksbrunnen entnommenen Proben legt die Frage nahe, ob nicht von der Saale her unter Vermittelung des in vorstehendem Gutachten erwähnten Zusammenhanges eine Verunreinigung auch mit Bakterien erfolgen kann. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß Verunreinigungen durch Abwässer aus menschlichen Haushaltungen in die Wasserwerksbrunnen, zufolge deren Anlage, nicht hineingelangen. Ferner wird durch die andauernde Entnahme großer Wassermengen aus diesen Brunnen eine eigene Bakterienvegetation in denselben sich vermuthlich nicht leicht einnisten können, obschon zur Erledigung dieser Frage die Zahl der vorliegenden Untersuchungen viel zu gering ist. Jedenfalls muß die Möglichkeit zugegeben werden, daß ein beträchtlicher Theil der in den Wasserproben gefundenen Bakterienkeime durch die Schichten zwischen Saale und Brunnensohle hindurch in das Wasser der Wasserwerksbrunnen den Weg gefunden habe. Eine Stütze für diese Annahme liefert der Umstand, daß auch hinsichtlich der Verunreinigung durch Bakterien die Brunnen der alten höhere Zahlen aufweisen als die der neuen Anlage; die Größe der Bakterienverunreinigung richtet sich nach der Menge bezw. nach der Leichtigkeit, in welcher das Saalewasser aus dem Untergrund in diese Brunnen nachquillt.

Das Bernburger Leitungswasser muß demnach auch in Anbetracht seines hohen Gehaltes an Bakterienkeimen für den Gebrauch zu Trink- und Wirthschaftszwecken als bedenklich bezeichnet werden.

In dem Umstande, daß das Wasser seines hohen Salzgehaltes wegen nur wenig getrunken wird, kann eine Herabsetzung der durch den Bakteriengehalt bedingten Gefahren erblickt werden.

Beiträge zur Brotfrage.

Von

Dr. Eugen Sell,

Kaiserl. Geh. Regierungsrath und Professor.

Einleitung.

Die Vertreter der Volkswirthschaft beschäftigen sich in der Gegenwart vielfach mit der Frage, wie es bei der fortschreitenden Zunahme der Bevölkerung unseres Erdballes in späterer Zukunft gelingen wird, dem Nahrungsbedürfniß derselben in auskömmlicher Weise Rechnung zu tragen.

Für das jetzt lebende und wahrscheinlich auch für noch manche der kommenden Geschlechter haben derartige Erörterungen nur einen akademischen Charakter. Trotzdem können aber auch in der Gegenwart in einzelnen Ländern Verhältnisse eintreten, welche, wenngleich in viel beschränkterer Weise, zu ernsten Erwägungen veranlassen müssen, wie es möglich ist, die Quellen der Ernährung für die breiteren Schichten des Volkes offen zu halten und dafür zu sorgen, daß auch der mit Glücksgütern nicht Gesegnete ohne einen über seine Mittel gehenden Aufwand von Geld sein Nahrungsbedürfniß in zweckentsprechender Weise befriedigen kann. Solche Erwägungen haben auch bei den maßgebenden Militär- und Civilbehörden unseres Vaterlandes im Laufe des Jahres 1891 stattgefunden. Wie erinnerlich, waren zu jener Zeit die Länder unserer Hemisphäre von einer empfindlichen Mißernte betroffen worden. Hierdurch wurde Rußland, welches bis dahin unserem Vaterlande bedeutende Mengen Roggen geliefert hatte, genöthigt, die Ausfuhr der genannten Körnerfrucht unter Verbot zu stellen. Durch diese Maßnahme war uns eine reichliche Bezugsquelle eines für unser Vaterland so bedeutungsvollen Nahrungsmittels abgeschnitten; es erschien die Befürchtung vollauf gerechtfertigt, daß die veränderte Lage des Getreidemarktes sich in einem Rückgang der normalen Ernährungsverhältnisse unserer Landsleute wiederspiegeln würde, welcher dann auch nicht ohne Einfluß auf den gesammten Gesundheitszustand der Bevölkerung bleiben konnte. In richtiger Erkenntniß dieser Sachlage haben die für solche Angelegenheiten maßgebenden Behörden nicht verfehlt, sofort unter Heranziehung von Sachverständigen Ermittelungen darüber anzustellen, wie der drohenden Gefahr wirksam zu begegnen sei und die Spitze abgebrochen werden könne, welche sich in letzter Linie auch gegen die Wehrhaftigkeit des Landes richten mußte.

Während die betreffenden Berathungen nach den verschiedensten Seiten hin im Gange waren, wurde die Aufmerksamkeit der Betheiligten durch besondere Verhältnisse nach einer bestimmten Richtung hingelenkt.

Die ungünstigen Verhältnisse des europäischen Getreidemarktes hatten nicht verfehlt, die Beachtung der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika auf sie zu richten. Sie bewogen den dortigen Minister der Landwirthschaft, Herrn J. M. Rusk, einen Spezialagenten, den Herrn Col. Murphy, mit dem Auftrage nach Europa zu entsenden, im Hinblick auf die Roggenmißernte und die hohen Preise der übrigen Getreidefrüchte die Aufmerksamkeit der auf dem europäischen Festlande lebenden Bevölkerung auf die Verwendbarkeit des Maismehles und anderer aus Mais hergestellter Produkte als Ersatz für die, oder wenigstens als Zugabe zu den aus Weizen und Roggen hergestellten Nahrungsmitteln hinzulenken.[1]) Herr Murphy, welcher schon früher eine ähnliche Thätigkeit in England und Frankreich ausgeübt hatte, erhielt durch die Empfehlung des Gesandten der Vereinigten Staaten in Berlin, Herrn Phelps, Zutritt zu den für solche Fragen zuständigen Reichs- und Staatsbehörden. Diese zeigten sich bereit, die Verwendbarkeit des Maises zur Ernährung der breiteren Volksschichten, insbesondere in der Form eines unter Zuhülfenahme von Maismehl hergestellten Mischbrotes, näher zu prüfen. Neben anderen Sachverständigen wurde auch das Gesundheitsamt zur Betheiligung an dieser Prüfung aufgefordert und mit der Ausführung von Backversuchen beauftragt, welche zwar zunächst nur die Herstellung von Maismischbrot im Auge hatten, später aber auch auf andere Ersatzmittel für Roggen- und Weizenmehl weiter ausgedehnt wurden.

Diese Backversuche wurden anfangs auf Grund besonderer Abmachungen in einer Privatbäckerei ausgeführt. Später hat das Königl. preußische Kriegsministerium durch Vermittelung seines Militärökonomie-Departements dem Gesundheitsamte die Königl. Garnisonbäckerei in der Alexanderstraße in Berlin in entgegenkommendster Weise zur Verfügung gestellt.

Den mit den Arbeiten betrauten Beamten des Gesundheitsamtes wurden durch die außerordentliche Zuvorkommenheit aller der den betreffenden Ressorts des Königl. preußischen Kriegsministeriums angehörenden Herren die Erledigung ihrer Aufgabe ganz wesentlich erleichtert.

Es ist dem Berichterstatter eine angenehme Pflicht, hierfür an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Inzwischen ist durch gute Ernten die Frage der Verwendung von Mischbroten in ihrer früheren Bedeutung wesentlich herabgemindert. Trotzdem ist es wohl angebracht, die gemachten Erfahrungen, welche immerhin bei einer späteren Wiederkehr ähnlicher Verhältnisse nicht ohne Werth sein dürften, zum Nutzen späterer Interessenten an dieser Stelle niederzulegen.

---

[1]) Report of the Secretary of Agriculture, 1891, Washington. S. 19.

Man kann die Bestrebungen, welche darauf abzielen, dem Mangel an den für die breiteren Massen der Bevölkerung nothwendigen Mengen von Getreidemehl ohne Schaden für die Ernährung wirksam zu begegnen, in drei Hauptgruppen theilen.

Die erste Gruppe umfaßt die Versuche, den Weizen und den Roggen, diese beiden für uns hauptsächlich in Frage kommenden wichtigen Brotfrüchte, zum Theil durch andere Getreidearten oder durch überhaupt der Ernährung dienliche Bestandtheile in einem Verhältniß zu ersetzen, welches das erzielte Gebäck dem unter normalen Bedingungen erzeugten in seiner chemischen Zusammensetzung, seinem Nährwerth und seiner Bekömmlichkeit möglichst nahe kommen läßt.

Die zweite Gruppe begreift die Versuche in sich, das gegenwärtig noch vielfach unvollkommene Verfahren der Ueberführung der Roggen- und Weizenkörner in Mehl so zu verbessern, daß die bei den zur Zeit üblichen Mahlprozessen in größerer oder geringerer Menge in den Abfall übergehenden Nährstoffe dem Mehl erhalten bleiben. Hierdurch wird, wie man leicht einsieht, insofern eine Ersparniß herbeigeführt, als die absolute Menge der dem Organismus direkt zu Gute kommenden Nährstoffe vermehrt, und demgemäß die zur Ernährung nothwendige Getreidemenge vermindert wird.

In der dritten Gruppe lassen sich die Vorschläge vereinigen, welche man machen kann, um den ganzen, zur Zeit in nicht unbeträchtlichen Mengen anderen Zwecken dienenden Getreidevorrath des Landes unter besonderen Verhältnissen der Ernährung in der Form von Brot zugänglich zu machen.

Die Erörterung der beiden letzten, am Schluß dieses Berichtes aufgeführten Gruppen konnte sich, mangels eigener Erfahrungen des Gesundheitsamtes auf diesen Gebieten, nur an das in der Literatur aufgeführte oder sonst in seinen Besitz gelangte Material anlehnen. Bei der Frage der Mischbrote dagegen war der genannten Behörde die Möglichkeit geboten, vorhandene Erfahrungen durch eigene praktische Backversuche auf ihren Werth zu prüfen bezw. zu erweitern.

Die nachstehenden Darlegungen, bei welchen die vorhandene Literatur soweit wie möglich Berücksichtigung gefunden hat, geben über die gemachten Versuche Rechenschaft.

Die bei der Brotbereitung benutzten Getreidemehle und deren Ersatzmittel.

Die Art der besonderen, in den verschiedenen Ländern die Hauptnahrung der Bevölkerung ausmachenden Brotfrucht ist das Ergebniß des Zusammenwirkens mannigfacher Umstände. Die einzelnen Getreidearten sind in ihrem Gedeihen von der Beschaffenheit des Bodens und den klimatischen Verhältnissen abhängig. Daher waren in alten Zeiten, wo die heutigen Verkehrserleichterungen noch nicht bestanden, die Menschen vornehmlich auf den Gebrauch desjenigen Getreides angewiesen, welches in dem von ihnen bewohnten Landstrich am besten fortkam und darum auch vornehmlich angebaut wurde. Hierdurch hat sich, in Folge jahrhundertelangen Gebrauches, bei den einzelnen Nationen eine bestimmte Geschmacksrichtung ausgebildet, welche sowohl die Auswahl des Materials als die Herstellungsweise des Erzeugnisses beeinflußte. Dabei wurden und werden noch jetzt nicht selten alte Gewohnheiten so hartnäckig festgehalten, daß die Verwerthung wissenschaftlicher, den bestehenden Gepflogenheiten entgegengesetzter Erfahrungen an dem Widerstande der großen Masse der Konsumenten gänzlich scheitert.

Im Allgemeinen können wir, nach einer interessanten Zusammenstellung von Dr. Th. Waage[1]), annehmen, daß die Hauptbrotfrucht des Deutschen Reiches der Roggen ist. Von dem daselbst verfügbaren Ackerland sind 23 % mit Roggen, 8,5 % mit Weizen, 6,3 % mit Gerste und 14 % mit Hafer bestellt. Aehnlich verhält es sich mit Oesterreich-Ungarn, obschon dort der Weizenbau erheblicher ist, und mit der Schweiz. In Italien tritt der Weizen in den Vordergrund, indessen muß bei einem größeren Theil der Bevölkerung dort der Maisbrei, die Polenta, das Brot ersetzen. In Spanien dient vielfach der Mais zur Brotbereitung, in manchen seiner Gebirgsgegenden wird aber auch Gerstenmehl mit Roggen und Weizen verbacken. In Portugal bedient man sich einer Mischung von Mais- und Roggenmehl zur Brotbereitung. In Frankreich genießt man allgemein Weizenbrot, doch wird vielfach, namentlich von der Landbevölkerung, Mengekorn, Weizen mit Roggen, letztere Frucht für sich allein, und ebenso Gerste in geringerem Maße verbacken. Im Süden von Frankreich macht der Anbau von Mais neuerdings größere Fortschritte. Maismehl ist ein Hauptnahrungsmittel der Bevölkerung der Pyrenäen.

Während vor 100 Jahren reines Roggenbrot in Großbritannien und Irland noch ziemlich verbreitet war, ist es heute dort eine Seltenheit; die geringen zur Verwendung kommenden Mengen Roggenmehl werden stets mit Weizen gemischt verbacken. Ebenso scheint das früher vielfach verwendete Gerstenbrot daselbst jetzt nahezu verschwunden zu sein; Haferbrot wird dagegen noch in den schottischen Hochlanden genossen. Auch in England verwendet man noch das Hafermehl in gröberer Form zum Brot, in feinerer zum Kuchen. In Belgien bevorzugen die Flamländer den Roggen, die übrige Bevölkerung den Weizen. In den Niederlanden, Dänemark, Rußland, sowie in Schweden und Norwegen liefert der Roggen das gewöhnliche Brot; allerdings sind in einzelnen Provinzen Norwegens andere Getreidearten, in Norrland Gerste, in Dalarne, Wermland, Dalsland und Smaland Hafer gebräuchlicher. In Rumänien, der Türkei und Griechenland bilden Weizen und Mais das Hauptnahrungsmittel. Von außereuropäischen Staaten erwähnt Waage, daß in Canada, Britisch-Indien und Australien Weizen als hauptsächliches Getreide zu betrachten ist; daneben hat für Aegypten die Mohrhirse besondere Bedeutung. In den Vereinigten Staaten genießt man, abgesehen von zahlreichen, aus reinem Maismehl hergestellten Zubereitungen, ein Mischbrot aus Mais mit Roggen oder Weizen.

Schon die alten Chroniken berichten uns, daß in Zeiten der Hungersnoth dem Brot auch Stoffe wie Baumrinde, Stroh u. dergl. beigegeben wurden, welchen jeder Nährwerth abging, die hergestellt wurden, um den Magen zu füllen und über das augenblickliche Hungergefühl hinwegzutäuschen. In seinem Buch „Die Getreidearten und das Brot“ berichtet Bibra über die von ihm ausgeführten Analysen solcher Erzeugnisse, und führt ein „Knochenbrot“, zwei „Rindenbrote“ (aus Dalekarlien) sowie ein aus Stroh und Rinden bestehendes Hungerbrot auf. Solche allen Gesetzen der Ernährung Hohn sprechenden Erzeugnisse verschwinden begreiflicher Weise wieder, sobald die Ursachen, welche zu ihrer Herstellung trieben, aufhören.

---

[1]) Getreidebrot und seine Ersatzmittel. Pharmaz. Centralhalle 1891 S. 686 ff.

In vielen Ländern kommen Pflanzen der verschiedensten botanischen Familien vor, deren Samen sich als theilweiser Ersatz der eigentlichen Getreidearten brauchbar erwiesen haben. Auch in dieser Beziehung verdanken wir Th. Waage[1]) interessante Mittheilungen. Der Genannte führt folgende an: Die Samen des Vogelknöterichs (Polygonum aviculare), welcher den Buchweizen ersetzen kann, des Wachtelweizens (Melampyrum arvense), die getrockneten Beeren der Bärentraube (Arctostaphylos officinalis Wimm. et Grab.), die Früchte der Hundsrose (Rosa canina), der Eberesche (Sorbus aucuparia), des Weißdornes (Crataegus Aria und C. oxyacantha), die Samen des Lokustbaumes (Hymenaea courbaril), diejenigen einer mexikanischen Mimose, die Samen des weißen Gänsefußes (Chenopodium album) in Rußland, verschiedener Arten von Sauerampfer (Rumex) in Schweden, der Seerosen (Nymphaea) und Nixblumen (Nuphar Sm.) in Aegypten, der Zaserblume (Mesembryanthemum geniculiflorum) in Arabien, des gemeinen Kanarienbaumes (Canarium commune) in Ostindien, der Michelia campaca in Amboina, der zur Familie des Gaisbaumes gehörigen Pflanze Cytisus Cajan auf den Caraiben, der Quinoa (Chenopodium Quinoa) in Südamerika.

Ein nach L. Baltzer[2]) schon seit längerer Zeit bekanntes Ersatzmittel der Cerealien ist auch das Moosmehl, welches man zweckmäßig aus dem Sumpfmoos (Sphagnum palustre, cuspidat. etc.) bereitet, indem man es mit Wasser reinigt, trocknet und zu Mehl stampft. 2 l Moosmehl und 1 l Roggenmehl vereinigt man mit lauwarmem Wasser und backt mit oder ohne geringen Hefezusatz aus. Das Brot soll etwas fest sein, aber nicht unangenehm schmecken. Auch die zerstoßenen, getrockneten Blüthenknospen von Trifolium pratense, montanum, repens etc. sollen sich in gleicher Weise verwenden lassen.

Ueber die chemische Beschaffenheit und das Schicksal dieser Pflanzenstoffe im menschlichen Organismus ist uns nur sehr wenig bekannt. Darum erscheint es von Interesse, auf eine Untersuchung hinzuweisen, welche neuerdings von Dr. N. D. Salmenew[3]) im Laboratorium des Prof. S. W. Schidlowsky ausgeführt worden ist und im Hinblick auf die Thatsache, daß die schon vorher genannten Samen der weißen Melde (Chenopodium album) bei der letzten Hungersnoth in Rußland als Surrogat stellenweise eine nicht ganz unwesentliche Rolle gespielt haben, die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung und Ausnützung dieser Samen im Organismus zum Gegenstand hat.

Die Samen enthalten: Wasser 10,92 %, Asche 4,58 %, stickstoffhaltige Körper 17,6 %, wirkliche Albuminate (nach Stutzer) 16,94 %, Fett 6,93 %, Zellstoff 21,45 %, Stickstofffreie Extraktstoffe 49,44 %.

Mit Weizen verglichen, weisen die Meldesamen fast ebensoviel stickstoffhaltige Körper auf und übertreffen ihn im Fett um 5 %.

Roggen enthält etwa 4 % Fett und stickstoffhaltige Körper weniger. Die Samen enthalten aber mehr als 10 mal soviel Cellulose wie Roggen und Weizen und doppelt soviel wie Hafer, welchem letzteren sie sich, vom Stickstoff abgesehen, mehr

[1]) A. a. O.
[2]) Leonhard Baltzer: Die Nahrungs- und Genußmittel des Menschen II. Aufl. S. 142.
[3]) Pharmacent. Zeitschr. f. Rußland 1893. Nr. 15. 11. April S. 228.

nähern. Die Asche ist relativ arm an Phosphorsäure, reich an Alkaliverbindungen, Schwefelsäure und Chlor.

Die Ausnutzungsversuche wurden an zwei Personen ausgeführt. Zu dem Behufe wurde aus den zu Mehl zermahlenen Samen Brot gebacken, sowohl rein als auch in Mischung mit Roggenmehl, und dieses für sich allein, sowie bei gemischter Kost genossen.

Diese Versuche führen den Verfasser der Arbeit zu dem Schluß, daß Meldesamen in keinem Falle als irgendwie taugliche Nahrungsmittel angesehen werden dürfen.

Wenngleich dieselben reich an stickstoffhaltigen Körpern sind, so kommt doch nur die Hälfte dieser auf wirkliche Eiweißkörper, die andere Hälfte besteht aus keinen Nährwerth besitzenden Nukleïnen. Das Meldenbrot ist nicht angethan, Appetit zu erregen. Porenlos, von schwarzer Farbe, schwer, bereits im Ofen zusammenfallend, von abstoßendem Geruch und unangenehmem Geschmack ist es geradezu anwidernd. In größeren Mengen genossen wirkt es brechenerregend; die scharfkantigen groben Bruchstücke der Samenschale verletzen die Schleimhaut des Mundes und des Schlundes, vielleicht auch des Magens und des Darmes. Vom Gesammtstickstoff der Samen wird etwa $^1/_3$ assimilirt. Bei allen über die Ausnutzung der Melde angestellten Versuche ließ sich ein Gewichtsverlust der Versuchspersonen nachweisen.

Sehr richtig wird am Schluß der betreffenden Mittheilung bemerkt, daß eine Hungersnoth durch Aufnöthigung von Surrogaten, wie Stroh, Spreu, Melde u. a. den Boden für Epidemien vorbereitet, nicht nur indirekt, durch Schwächen des Organismus, sondern wohl auch unmittelbar durch Verletzung der Schleimhäute der Verdauungswege, wodurch eine ungehinderte Aufnahme verschiedener schädlicher Prinzipien, chemischer und organisirter, ermöglicht wird.

Diesem Verzeichniß ist nach einer neuerlichen Mittheilung von Virchow[1]) noch das Chenopodium murale hinzuzufügen, dessen Samen während der letzten Hungersnoth in Rußland einen Bestandtheil des von den armen Leuten in den Distrikten der Wolga genossenen Brotes ausmachten.

Die Mehrzahl der oben aufgeführten Pflanzen haben, soweit das Interesse unserer einheimischen Bevölkerung in Frage kommt, nur geringe Bedeutung. Viel eher dürften andere, von Waage gleichfalls aufgeführte Früchte unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen; so die Samen der Linsen, Kichererbsen, mehrerer Arten der Platterbsen (Lathyrus) und der Wicken (Vicia), der Erbsen und Bohnen, der Bucheckern, zahmen Kastanien, der Roßkastanien, Eicheln und Lupinen. Ueber einige der obengenannten Früchte werden wir im Verlauf dieser Darlegung eingehender zu berichten haben.

Weiter hat man vorgeschlagen, pektinhaltige Nahrungsmittel in der Brotbäckerei zu verwenden.[2]) Hierzu sollen sich besonders die Kohlrüben und Möhren eignen, welche zu Mus zerstampft, mit dem gleichen Theil Roggen-, Gersten- oder Hafermehl unter Zusatz von siedendem Wasser mit etwas Hefe oder Sauerteig durchgeknetet und zu Brot verbacken werden können. Zu dem gleichen Zweck braucht man, abgesehen von den

[1]) Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Physiol. Bd. 130 Heft 3 S. 529.

[2]) L. Baltzer a. a. O. S. 142.

später ausführlicher zu behandelnden Kartoffeln, auch noch das Mark der Aepfel und Birnen, sowie den von der Apfelweinbereitung herrührenden Tresterabfall. Wir können wohl annehmen, daß der Geschmack solcher Gebäcke kein unangenehmer ist, müssen uns aber darüber klar sein, daß sie, besonders im Hinblick auf ihren geringen Gehalt an Eiweiß und wahrscheinlich hohen Gehalt an Wasser als zweckentsprechende Nahrungsmittel nur untergeordnete Bedeutung haben. Backversuche mit solchen Mischungen sind daher im Gesundheitsamte, dem es auf die Erzielung nährkräftiger Brote ankam, nicht angestellt worden.

Ebenso können in diesem Bericht die zahlreichen Mischgebäcke nicht berücksichtigt werden, welche zu besonderen Zwecken, meist als Mittel zur Ernährung von Kranken und Kindern, im Handel vorkommen und dem Publikum empfohlen werden. Schon ihr verhältnißmäßig hoher Preis läßt sie für die Massenernährung nicht in Frage kommen.

Getreidemehle und daraus hergestelltes Mischbrot. Aus dem Vorhergehenden haben wir gelernt, daß fast in allen Ländern die Erzeugung von Brot mit Mischungen verschiedener Mehle üblich ist. In unserem Vaterlande hat bisher die große Masse der Bevölkerung die aus ungemischtem Roggen- oder Weizenmehl bereiteten Brote bevorzugt und meist erhalten. Indessen haben sich auch bei uns, unter dem Einfluß der Eingangs erwähnten Verhältnisse des Jahres 1891, die Dinge anders gestaltet. Der hohe, selbst den des Weizens übersteigende Preis des Roggens bewog viele Bäcker dazu, ihren Abnehmern aus den beiden Getreidemehlen hergestellte Mischbrote darzubieten. Auch die Heeresverwaltung hat sich veranlaßt gesehen, bei der Armeeverpflegung den gleichen Weg mit Vortheil zu betreten.

Im weiteren Verlauf erhielt auch die Frage der Verwendbarkeit von Gerste und Hafer praktische Bedeutung. Diese beiden Getreidearten sind, wie wir gleichfalls aus dem Vorhergehenden entnehmen, zu den Zwecken der Brotbäckerei tauglich. Die im Jahre 1892 in Leipzig stattgehabte „Internationale Ausstellung für das rothe Kreuz, Armeebedarf, Hygiene, Volksernährung und Kochkunst“ ließ solche Bestrebungen mehrfach erkennen, insofern dort Angehörige des Bäckergewerbes neben anderen Mischbroten auch solche aus Hafer bezw. Gerste vorführten, um die Aufmerksamkeit der Besucher auf derartige Erzeugnisse zu lenken.

Es bedarf wohl keiner besonderen Begründung, daß das Gesundheitsamt im Hinblick auf die ihm gestellte Aufgabe ein Interesse hatte, sich aus eigener Ueberzeugung durch praktische Ermittelungen von der Beschaffenheit der aus letztgenannten Cerealien bereiteten Brote zu überzeugen.

Der Umstand, daß der Buchweizen (Haidekorn, schwarzes Welschkorn) in Nordeuropa, Sibirien und Polen, aber auch in Norddeutschland (Lüneburg, Brandenburg, Holstein) und in Württemberg angebaut und theilweise auch zu Brot verbacken wird, hat das Amt veranlaßt, auch diesem seine Aufmerksamkeit zu schenken.[1])

[1]) Obgleich der Buchweizen vom botanischen Gesichtspunkte nicht zu den eigentlichen Getreidearten gehört, wird er im Nachstehenden doch mit denselben gemeinsam besprochen werden, da die chemische Zusammensetzung seiner Früchte derjenigen der eigentlichen Getreidekörner nahe kommt.

Durch die Bestrebungen, der Volksernährung in geeigneter Weise neue Grundlagen zu schaffen, welche durch die Tages- und Fachpresse in ausgiebigster Weise zur allgemeinen Kenntniß gebracht wurden, fand der vorgenannte Spezialagent des Ackerbau-Ministeriums der Vereinigten Staaten einen wohl vorbereiteten Boden für seine Bemühungen, dem Mais eine größere Verbreitung als Nahrungsmittel in Deutschland zu verschaffen.

Es gelang ihm, neben den maßgebenden Behörden auch Mitglieder gesetzgebender Körperschaften sowie die politische Presse für seine Zwecke zu interessiren. Nicht weniger fand Herr Murphy bei zahlreichen Bäckern das nöthige Entgegenkommen; in zahlreichen Läden luden rothe, den Verkauf des „Murphy-Brotes" anzeigende Plakate zu Versuchen mit demselben ein.

Zur Unterstützung der Versuche, dem amerikanischen Mais in Europa ein größeres Absatzgebiet zu verschaffen, hat das amerikanische Ackerbauministerium eine besondere Schrift[1] verfassen lassen, welche in ihrem ersten, von dem Vorstand des agrikulturchemischen Laboratoriums Dr. H. W. Wiley verfaßten Theil den Nahrungswerth des Maises behandelt. Der zweite, von dem Hülfsstatistiker B. W. Snow bearbeitete Theil behandelt die Mais-Industrie der Vereinigten Staaten und enthält über die Verbreitung dieser Körnerfrucht in Nordamerika statistische Angaben. Diese sind für uns so interessant, daß wir nicht verfehlen wollen, ihnen in den folgenden Darlegungen eine besondere Berücksichtigung zu Theil werden zu lassen.

Der Mais (türkischer Weizen, türkisches Korn, Kukuruz) kann wegen der in Europa herrschenden klimatischen Verhältnisse nur in dessen südlichen Theilen angebaut werden. Wir finden ihn vornehmlich in Tirol, Steiermark, der Lombardei, Ungarn, Rumänien und den übrigen Donauländern, Südfrankreich, Spanien, Portugal, Griechenland und Südrußland. In Deutschland kommt er nur in dessen südlichen Länderstrichen fort. In Amerika gedeiht er unter den Tropen bis zu einer Höhe von 500—1000 Fuß über dem Meere, außer den Tropen von 45° N. B. bis zu 40° S. B., von Kanada bis zum La Plata.

Die statistischen Angaben über die Mengen, in welcher er in der alten Welt erzeugt wird, lassen viel zu wünschen übrig, dagegen haben wir über die Maisproduktion in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sehr genaue und eingehende Mittheilungen.

Dies steht offenbar mit der Thatsache in Verbindung, daß diese Frucht in keinem anderen Land der Welt eine auch nur annähernd so große Bedeutung für die Landwirthschaft hat wie in Nordamerika. Dort nimmt der Mais sowohl in Hinsicht auf die Größe der damit bestellten Bodenfläche als die Erträgnisse unter allen Getreidearten den ersten Platz ein. Er wird in allen Staaten und Territorien, in jedem Bezirk, in welchem man überhaupt Ackerbau betreibt, angepflanzt und hat von allen Feldfrüchten die größte Verbreitung. Nach dem offiziellen amerikanischen Bericht ist die mit Mais jährlich bestellte Bodenfläche größer als die mit allen übrigen Getreidearten und Kartoffeln bepflanzte zusammengenommen. Sie übertrifft die mit Gras bestandene Fläche etwa um das Doppelte;

---

[1] Ackerbau-Ministerium der Vereinigten Staaten Amerikas. Bericht über den Gebrauch von Mais (amerikanischem Korn) in Europa. Washington. Regierungsdruckerei. 1892.

ihr Umfang ist größer als die Gesammtheit der in Nordamerika von dem Weizen, dem Hafer und der Baumwolle in Anspruch genommenen Gebiete. Snow berechnet die der Maiskultur übergebene Bodenfläche zu etwa 32 000 000 ha und macht darauf aufmerksam, daß es keine andere Furcht in irgend einem anderen Lande giebt, welche dort auch nur in einer annähernd gleichen Menge erzeugt wird, zudem hält unser Gewährsmann im Fall eines vorliegenden Bedürfnisses die Möglichkeit, dieses Areal noch weiter zu vermehren, für fast unbegrenzt.

Mit Ausnahme der Distrikte der Felsengebirge, welche für die Maiskultur zu hoch liegen, und der Küsten des stillen Meeres, wo sich der Anbau anderer Naturerzeugnisse zur Zeit noch als gewinnbringender erweist, wird der Mais in allen Staaten erzeugt. Von welcher Wichtigkeit er für die nordamerikanische Landwirthschaft ist, sucht Snow durch die Angabe zu beweisen, daß das von seinem Anbau in Anspruch genommene Areal in vielen Gegenden selbst die Bodenfläche derjenigen Erzeugnisse an Größe übertrifft, welche die betreffende Gegend nach Außen besonders bekannt gemacht haben. So besitzen z. B. in den elf Baumwolle anbauenden Staaten die der Maiskultur dienenden Bodenflächen eine größere Ausdehnung, als die der Erzeugung von Baumwolle gewidmeten. Die Ohio- und Missouri-Thäler sind als Weizen erzeugende Länderstrecken weltbekannt, und doch bringen sie mehr Mais als Weizen hervor. Die mit Mais bestellte Ackerfläche ist umfangreicher als der Gesammtumfang von Neu-England, New-York und Neu-Jersey, größer als Großbritannien, oder als Belgien, Holland, die Schweiz, Dänemark, Portugal und Griechenland zusammengenommen. Sie übertrifft das Ackerland von ganz Deutschland, oder Frankreich, oder Oesterreich-Ungarn. Die Maisernte in Amerika ist größer als die ganze Weizenernte der übrigen civilisirten Welt. Nach der Meinung der Amerikaner ist die großartige Entwicklung der amerikanischen Landwirthschaft zum meisten Theil dieser wichtigen Körnerfrucht zuzuschreiben.

Wie Snow weiter mittheilt, wurden bisher 94 % der gesammten jährlichen Maisernte in Amerika selbst verbraucht, 80 % kamen in der näheren Umgebung des Erzeugungsortes zur Verwendung.

Es wird in den offiziellen amerikanischen Berichten als ein Nachtheil empfunden, daß von Seiten der eigenen Behörden bisher so wenig geschehen sei, andere Völker auf die Bedeutung des Maises als Nahrungsmittel hinzuweisen. Man hebt zumal hervor, daß es mit Erfolg gelungen sei, amerikanischen Fleischwaaren und anderen Erzeugnissen amerikanischen Ursprungs in der ganzen übrigen Welt Absatz zu verschaffen, während dies mit den Maisprodukten bisher in kaum bemerkbarer Weise möglich gewesen sei. Man habe, soweit die letzteren in Frage kommen, gar kein Interesse gezeigt, andere Nationen mit deren Vorzügen bekannt zu machen. Dieses müsse in Zukunft anders werden, es müsse erstrebt werden, daß neben den Bewohnern von China, Japan und Ostindien vornehmlich auch die europäischen Bevölkerungen als neue Konsumenten für Mais hinzukommen. Es sei insbesondere wünschenswerth, den Mais in Europa nicht nur als Volksnahrungsmittel einzubürgern, sondern auch zu einem Bestandtheil der Verpflegung der europäischen Armeen zu machen. Daß er sich zu letztgenanntem Zweck eigne, habe sich aus den während des amerikanischen Sezessionskrieges gemachten Er-

fahrungen ergeben. Selbst jetzt noch komme er bei der Verpflegung der nordamerikanischen Soldaten theilweise zur Verwendung.

Solche seitens der Nordamerikaner gehegten Wünsche lassen sich begreifen, wenn man die auf Produktion, Konsumtion und Export des Maises bezüglichen, statistischen Nachweise, welche gleichfalls von Snow geliefert sind, eingehender studirt. Da uns der Rahmen dieser Abhandlung eine Wiedergabe aller, in dem offiziellen Bericht mitgetheilten Zahlen verbietet, müssen wir uns damit begnügen, einige besonders ins Auge fallende Angaben aus demselben herauszugreifen.

Nach Snow wurden an Mais erzielt im Jahre:

1839	377 531 875	Bushel[1])	=	133 034 682	hl.
1849	592 071 104	„	=	208 634 016	„
1859	838 792 742	„	=	295 573 786	„
1869	760 944 549	„	=	268 141 640	„
1879	1 754 591 676	„	=	619 283 015	„
1889	2 112 892 000	„	=	744 540 883	„

Die letztaufgeführte Ernte, welche den Ertrag von 78 319 651 Acres[2]) und einen Werth von 597 918 829 Dollars[3]) darstellte, war die größte Maisernte, die Amerika jemals gehabt hat, überhaupt die größte Ernte, welche jemals in einem Lande gemacht worden ist. Sie übertraf die Weizenernte der ganzen Welt. Das Jahr 1890 hatte einen Ertrag von nur 1 489 970 000 Bushel aufzuweisen und wurde in Amerika als ein Fehljahr bezeichnet.

Snow weist auch nach, daß die Ausfuhr von Mais bisher nur einen geringen Prozentsatz der Ernte ausmachte, und belegt seine Angaben durch Zahlen, welche sich auf die zwischen dem Jahr 1870 und dem Jahr 1890 liegenden Zeiträume erstrecken. Es geht aus denselben hervor, daß dem höchsten Prozentsatz der Ausfuhr mit 6,5 % im Jahre 1877, der niedrigste im Jahre 1870 mit 1 % der Produktion gegenüberstand. Aus der Gesammtheit der Zahlen berechnet sich im Durchschnitt eine Ausfuhr von etwas weniger als 4 % der Durchschnittsernte.

Wie klein sind dem gegenüber die Zahlen, in welchen sich die Maisernte der alten Welt bewegt. Nach J. de Brevans[4]) beträgt die durchschnittliche Jahresproduktion an Mais in

Deutschland	1 000 000	hl
Oesterreich-Ungarn . . .	33 000 000	„
Italien	31 100 000	„
Frankreich (1888)	7 869 412	„
Rußland	29 000 000	„

Die Verwendung der Maispflanze in allen ihren Theilen ist eine sehr vielseitige. Das Maismehl liefert den Italienern die Polenta, den Südfranzosen die

[1]) 100 amerikanische (Winchester) Bushel = 35,238 hl.

[2]) 1 acre = 40,464 Ar.

[3]) 1 Dollar = 4,33 M.

[4]) J. de Brevans: Le pain et la viande. Paris 1891. J. B. Baillière et fils. p. 147 ff.

Cruchade, oder die Miliasse, den Ungarn die Puliska, den Rumänen die Mamaliga. Die Nordamerikaner genießen schon die jungen unreifen Kolben mit Salzwasser abgekocht als Gemüse, oder eingemacht wie Mixed-pickles, aber auch die aus Maismehl hergestellten Gerichte in der Art von Gebäcken und Mehlspeisen kommen in großer Zahl und bunter Mannigfaltigkeit auf den Tisch der Nordamerikaner, Armer wie Reicher. Ein von Col. Murphy herausgegebenes Buch über die Bereitungsweise der einzelnen Gerichte giebt hierüber interessanten Aufschluß. Allerdings erscheint uns in demselben auffällig, daß sich dort keine Vorschrift zur Herstellung eines Maisbrotes von der Art unseres Roggenbrotes findet. Weiter dient der Mais zur Herstellung der vielfach technisch verwertheten Maisstärke und der solche vorzugsweise enthaltenden Nahrungsmittel, von welchen das sog. Mondamin und die Maizena auch bei uns im Handel verbreitet sind. Die Bierbrauereien Nordamerikas haben ebenfalls aus dem Reichthum an Mais Vortheil gezogen, den sie als solchen oder in der Form einer besonderen Zubereitung, „Zealine“ genannt, in großem Maßstabe verwenden. Nicht weniger dient er dort, unter besonderen, von der Steuergesetzgebung abhängigen Verhältnissen aber auch in andern Ländern, zur Erzeugung von Branntwein. Ihm verdankt der Mexikaner die berauschende Chica de Mais oder Pulque de Mais, die Arepas oder Tortillas und die Atole. Der süße Saft der jungen Maisstengel wird eingekocht und wie Sirup verwendet. Aus den Maiskörnern bereitet man ein fettes Oel. Die Kolbenscheiden der Frucht dienen jenseit des Ozeans in der Hutfabrikation, zur Herstellung von Matten und Seilen; sie bilden das Füllmaterial für Matrazen, Strohsäcke und Kissen. Das Maisstroh wird in der Papierfabrikation geschätzt; die entkörnten Kolben sind ein oft sehr werthvolles Brennmaterial, besonders in holzarmen Gegenden. Von geradezu unvergleichlichem Werth ist der Mais ferner als Viehfutter für die Landwirthe der Vereinigten Staaten. Sie verdanken dieser Pflanze die Möglichkeit einer Fleischerzeugung, wie eine solche in keinem andern Lande der Erde zu finden ist.

Bei der Viehfütterung dienen neben dem Korn noch die Maiskeime, welche als Abfall bei der Fabrikation des Maisgrieses gewonnen werden; die grünen Blätter machen in manchen Gegenden einen Hauptbestandtheil des Winterfutters aus und treten in den südlichen Theilen der Vereinigten Staaten, den Orten, wo Gras nicht mehr gedeiht, an die Stelle des Heues. Die junge grüne Pflanze wird, besonders in molkereitreibenden Gegenden mit großem Vortheil als Sauerfutter verwerthet.

Nur Weniges über den Mais, vom botanischen Standpunkt. Lateinisch Zea Mays L. genannt, ist er die einzige Pflanze der Gattung, eingeschlechtig, einjährig und gehört zur Gruppe der mit dem Namen der Olyreen bezeichneten Gräser. Der weitverbreitete Anbau, die intensive Kultur im Zusammenhang mit Bodenbeschaffenheit und Klima haben besonders in den Vereinigten Staaten eine große Zahl von Spielarten erzeugt. So wurden beispielsweise, wie Col. Murphy berichtet, bei einer Ausstellung, die in New-Orleans stattfand, allein aus Nebraska 75 verschiedene Varietäten vorgeführt.

Die Farbe der Körner ist weiß oder gelb, doch kommen auch rothe, schwarze, blaue, graue oder gesprenkelte, oft an einem Kolben solche von verschiedener Farbe vor. Die Körner haben im Allgemeinen eine querovale, fast nierenförmige Gestalt,

doch ist die Spielart von Einfluß auf die äußere Form und Größe. Am Grunde des Maiskornes befindet sich der schildförmige, ölreiche Keim.

Manche Botaniker, vornehmlich die amerikanischen, erblicken in dem amerikanischen Mais eine besondere Art, welcher sie daher den Namen Zea altissima beilegen. Im Handel begegnet man den verschiedenen Sorten unter mannigfaltigen oft eigenthümlichen Namen wie: White dent, Yellow dent, Yankee flint, Early sugar, Late sugar, Red pop, White pop, Calico, Bloody butcher, Sqaw, Chester county, Pennsilvania mammoth u. A. mehr. In Süddeutschland wird die unter dem Namen Sixter oder Roßhofener Mais, Handschuhmais bekannte Art bevorzugt, weil sie, unserem Klima entsprechend, in 4—4½ Monaten zur Reife gelangt.

In anderen Ländern unseres Kontinents baut man andere Sorten an. Als Spielarten des europäischen Maises sind u. A. der große, gemeine, spitzkolbige Mais, der Cinquantino, der Quarantino und der Zwergmais zu nennen.

Als Bezugsquellen für Deutschland kommen neben Amerika vornehmlich die Donauländer in Betracht.

Mais und Pellagra. Bei der Erwägung der Frage, in wie weit ein bei uns bisher weniger bekanntes Nahrungsmittel dazu geeignet ist, als theilweiser Ersatz für andere, in unserer Heimath bereits volksthümliche einzutreten, wird man sich, zur Gewinnung eines sicheren Urtheils, in den meisten Fällen damit begnügen können, die in Frage stehenden Stoffe hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Nährkraft bezw. Ausnützung im Organismus einem vergleichsweisen Studium zu unterziehen.

Dies soll denn auch, soweit die übrigen in diesem Bericht aufgeführten Ersatzstoffe in Frage kommen, an den geeigneten Stellen geschehen; auch der Mais wird hierbei nicht vergessen werden; aber mit solchen Ermittelungen ist speziell bei diesem Getreide — im Gegensatz zu allen übrigen Materialien — hinsichtlich seiner hygienischen Beurtheilung noch keineswegs ein erschöpfendes Urtheil gewonnen. Steht er doch in dem Verdacht, unter bestimmten Umständen die Ursache einer verderblichen Krankheit zu sein — der Pellagra. Hierdurch erwächst uns die Pflicht, zu erwägen, ob und inwieweit für unser Vaterland eine Gefahr dafür anerkannt werden muß, daß der vermehrte Genuß von Maisprodukten seitens unserer Bevölkerung die Einschleppung dieser bisher bei uns unbekannten Krankheit zur Folge haben bezw. begünstigen kann.

Ehe wir zur Beantwortung dieser Frage schreiten, wollen wir unseren Lesern Näheres über die Art dieser Krankheit, ihre Entstehung und die Ansichten mittheilen, welche man von sachverständiger Seite über dieselben hegt. Da manches hierauf Bezügliche in weitere Kreise bisher nicht gedrungen ist, jeder von uns aber ein berechtigtes Interesse haben muß, den gegenwärtigen Stand der Sache zu kennen, mögen nachstehende, dem vom Gesundheitsamte gesammelten Material entstammenden, etwas ausführlicheren Darlegungen diesem Zwecke dienen.

Die älteren, sehr lückenhaften Nachrichten über die Pellagra gehören dem Ende des 16. Jahrhunderts an.

Die erste Beschreibung ihrer Erscheinungsformen verdanken wir dem Franzosen Thierry (1755), welche durch weitere Mittheilung von dem Spanier Casal (1771 und 1776) sowie durch die Italiener Frapolli, Odoardi und Chiaruggi (1776 und 1780) ergänzt wurden. Ihr Auftreten in Rumänien wurde 1830 von Bärensprung, 1846 von Theodori beobachtet. In neuerer Zeit haben sich zahlreiche Gelehrte, besonders italienische, mit diesem Leiden beschäftigt. Wir nennen als solche Cerri, Rizzi, Ballardini, Bassi, Lussana, Rossi, Lombroso, Brugnatelli, Bonfigli, Ciotto, Cuboni; von anderen Nationen Roussel, Billod, Bouchard, Hoffmann, Winternitz, Felix, Scheiber, Neusser, Husemann und Tuczek.

Der Name entstammt nach Professor Lussana dem bergamaskischen Dialekt, „Pelle agra“, d. h. rauhe Haut; er ist von einem ihrer frühesten und auffälligsten Symptome hergeleitet. Neben diesem bestehen noch zahlreiche andere, das Wesen der Krankheit sehr bezeichnende Namen: Pellarina, mal rosso, insolato di primavera, mal de la miseria, scorbuto alpino, Mailänder Rose u. a. mehr.

Meist beginnt die Krankheit, wie Neusser schildert, mit Abgeschlagenheit, Kopfschmerz, Schwindel und Rückenschmerzen, sowie Störungen in den Verdauungsorganen. Gleichzeitig treten an den Rückseiten der Hände und Füße, am Hals und Nacken, soweit sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, unregelmäßige rothe Flecken auf, die mit stark juckenden Beulen und Pusteln bedeckt sind, sich nach einiger Zeit abschuppen und mit den anderen Krankheitserscheinungen zunächst wieder verschwinden.

Nach einer Periode scheinbar völliger Genesung treten die Erscheinungen im nächsten Frühjahr in erhöhtem Maßstabe auf, bis der folgende Herbst Besserung oder auch Heilung zu bringen scheint. In steter Wiederkehr der beschriebenen Art ihres Auftretens kann die Pellagra sich 6—10, selbst 15 Jahre hinziehen. In der vorwiegenden Anzahl von Erkrankungsfällen werden indessen die Störungen der Verdauungswege im zweiten Jahr schwerer; in erster Linie nehmen die Durchfälle an Stärke und Dauer zu und bewirken eine stetig wachsende Entkräftung des Körpers. In diesem Stadium tritt eine dritte Reihe von Krankheitserscheinungen in den Vordergrund. Krämpfe, Kontrakturen, oft in Verbindung mit Empfindungsstörungen und Muskelschwund, Lähmungen und Geisteskrankheiten verbittern dem Pellagrösen das Leben, welchem er nicht selten durch eigene Hand ein Ende macht, wenn er nicht durch den Tod erlöst wird. Dieser tritt als letzte Folge der durch hochgradige Durchfälle bewirkten Erschöpfung oder durch allgemeine Lähmung ein.

Das beschriebene Krankheitsbild zeigt indessen in den einzelnen Fällen so große Verschiedenheiten, daß die Aerzte, welche sich mit dem Studium des Leidens beschäftigt haben, dem allgemeinen Namen Pellagra besondere, als Pellagra simplex, Pellagra discrasica, ꝛc. bezeichnete Abarten unterordnen. Eine als Pseudo-Pellagra bezeichnete Krankheit weist ähnliche Erscheinungen auf, ist indessen trotzdem mit der wahren Pellagra nicht identisch.

Neben solchen sich längere Jahre hinziehenden Formen haben neuerdings italienische Aerzte auf eine Reihe von Pellagrafällen mit sehr schnellem Verlauf aufmerksam

gemacht. Letztere zeigen eine so große Aehnlichkeit mit dem Unterleibstyphus, daß sie als Typhus pellagrosus bezeichnet, selbst auch geradezu für eine Verbindung der Pellagra mit Typhus gehalten werden. Eine Heilung der Pellagra ist nur ganz bei ihrem Beginne möglich.

Die Pellagra tritt sowohl endemisch wie in vereinzelten Fällen auf. In ersterer Art herrscht sie in den zwischen 42° und 48° nördl. Breite liegenden Theilen Europas, in Ober- und Mittelitalien, einigen südlichen Departements Frankreichs, in Spanien, Friaul, der Bukowina, in Rumänien und Bessarabien.

Eine statistische Aufstellung über die Zahl der Erkrankungen stößt auf große Schwierigkeiten. Einerseits ist in der Mehrzahl der von dem Leiden heimgesuchten Länder die Zahl der Aerzte nur gering und ihr Wohnsitz zu weit von den Erkrankten entfernt, als daß die letzteren alle ärztliche Hülfe in Anspruch nehmen könnten. Andererseits fürchten die Vorsteher der von Pellagrösen bewohnten Ortschaften, durch genaue Angaben zu größeren Geldleistungen für den Bau von Krankenhäusern herangezogen zu werden. Erst in neuerer Zeit sind seitens der K. K. österreichischen und der K. italienischen Regierung zuverlässige Aufstellungen über die Zahl, das Alter, das Geschlecht und die Lebensbedingungen der Pellagrösen gemacht worden. Nach einem auf das Jahr 1879 bezüglichen offiziellen Bericht der letztgenannten Regierung sind in Ober- und Mittelitalien nicht weniger als 97 405 Personen, d. h. im Durchschnitt 5,66 % der Bevölkerung, an diesem furchtbaren Leiden erkrankt, und zwar werden die Landbewohner dreimal häufiger betroffen als die Bevölkerung der Städte.

In Rumänien befanden sich nach Scheibers Berechnungen im Jahre 1870 in den 27 Bezirks-, Gemeinde- und Privatkrankenhäusern und den 4 Irrenanstalten des Landes im Ganzen 136 Pellagröse, d. h. 3,4 % aller behandelten Kranken. In Berücksichtigung der geringen Zahl an dem Leiden Erkrankter, welche dort die Krankenhäuser aufsuchen, berechnet der Genannte die Anzahl der Pellagrösen auf etwa 1 % der Gesammtbevölkerung und macht auch auf das häufigere Vorkommen der Krankheit in der gebirgigen Moldau als in der südlichen, mehr ebenen Walachei aufmerksam.

Für Friaul stellte Reusser im Jahre 1886 eine zuverlässige Statistik auf. Es waren unter den 36 588 Bewohnern 1068, d. h. 2,92 % von der Pellagra befallen. Unter diesen betrafen 90 % aller Fälle die ärmste Schicht des Volkes, die Braccianti, eine Art Tagelöhner, welche, unter den ungünstigsten Gesundheitsverhältnissen lebend, die schwersten Arbeiten zu verrichten haben. Mit Hinzurechnung der großen Zahl nicht in ärztlicher Behandlung befindlicher Kranken nimmt Reusser an, daß in einzelnen Gemeinden besonders der niedrigst gelegenen Theile Friauls, der Basse (Muscoli, Fiumcello, Cavignano), 25 % der Bewohnerschaft der Krankheit unterworfen war.

In Frankreich ist das Leiden in den Departements Hautes- und Basses-Pyrénées, Haute-Garonne, Aude und Pyrénées orientales verbreitet, wenn auch, besonders in letztgenanntem Bezirke, nur in geringem Maße.

In Spanien ist besonders die Provinz Asturien von der Pellagra heimgesucht. Im Jahre 1879 waren dort 2 % der Bevölkerung ergriffen. Etwas weniger starke Endemien finden sich in Niederarragonien, Guadalajara, Cuenca, Burgos. Auch in einigen südlicher gelegenen Provinzen sind Pellagrafälle beobachtet worden.

In anderen europäischen Ländern sind Pellagra-Epidemien wohl festgestellt worden, doch fehlen uns zuverlässige wissenschaftliche Beobachtungen und statistische Aufstellungen. Ueber die Verbreitung der Krankheit in den außereuropäischen Theilen der alten Welt, besonders in Algier und Aegypten, stehen uns zuverlässige Nachrichten nicht zu Gebote.

Vereinzeltes Auftreten der Pellagra ist mehrfach beschrieben worden in Süditalien, Südtirol und folgenden französischen Departements: Ille et Vilaine, Maine-Loire, Allier, Seine et Oise, Marne, ferner in Rouen, Reims und St. Gemmes.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1891 berichteten die Tagesblätter auch von dem Ausbruch der Krankheit innerhalb der Pariser Garnison sowie in mehreren in den Provinzen stationirten Regimentern. Zuverlässige Erkundigungen haben indessen erwiesen, daß Mais in keinerlei Form bei der Verpflegung der französischen Armee verwendet wird. Es soll seit Jahren kein einziger Fall von Pellagra unter der Civilbevölkerung oder der Garnison von Paris vorgekommen sein. Wahrscheinlich liegt eine Verwechselung des Wortes „pellagre“ mit „pelade“, einer in Paris häufig vorkommenden Krankheit der Kopfhaut (Fuchsräude, alopecia) vor.

Auf dem amerikanischen Festland kommen für uns in erster Linie die Vereinigten Staaten von Nordamerika in Betracht. Obwohl alle Stände den Mais nicht nur in Brotform, sondern in Gestalt der allerverschiedensten Zubereitungen fortwährend genießen, sind dort Fälle von Pellagra, soweit sich ermitteln ließ, nicht beobachtet worden.

Ueber das Auftreten der Krankheit in Mexiko herrscht zur Zeit noch eine gewisse Unsicherheit. Obgleich der Mais in diesem Lande fast überall angebaut wird und seit Jahrhunderten das hauptsächlichste, in einigen Gegenden sogar das ausschließliche Nahrungsmittel des indianischen Theiles der Bevölkerung bildet, auch bei den besseren Klassen sehr beliebt ist, kam die Pellagra bis vor einem Jahrzehnt doch nur ganz vereinzelt in einigen Ortschaften der Bezirke Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas und Tabasco vor. Erst seitdem es in Folge verschiedener Mißernten und des Auftretens der Heuschreckenplage nothwendig geworden war, Mais aus den Vereinigten Staaten einzuführen, will man das Auftreten der Pellagra, namentlich im Staate Yucatan, häufiger beobachtet haben. Wir dürfen begründete Zweifel hegen, ob wir es hier mit der eigentlichen Pellagra zu thun haben. Miralglia, auf dessen Mittheilungen hin vielfach das Vorkommen der Pellagra in Mexiko begründet wird (La Pellagra, Roma 1882) spricht nur von einer daselbst vorkommenden Krankheit, deren Symptome theilweise denjenigen der Pellagra ähnlich sind. Andererseits sagt ein mexikanischer Gelehrter Semeleder, daß es ihm nicht bekannt sei, daß Pellagra in Mexiko vorkomme. Auch Neusser giebt in seiner Schrift: die Pellagra in Oesterreich und Rumänien 1887 an, daß Fälle der Krankheit in Mexiko nicht sicher beobachtet seien. Ebenso erwähnt Hirsch in seiner historisch-geographischen Pathologie (1883) Bd. II unter den sehr genau besprochenen Pellagraländern Mexiko nicht. Es scheint sich vielmehr in den verdächtigen Fällen ebenso wie bei solchen, die in Bolivia beobachtet worden sein sollen, mehr um Mutterkornvergiftungen zu handeln. Wenn dem so ist, wird der von den Mexikanern gegen den nordamerikanischen Mais gehegte Verdacht, er sei die Ursache des Auftretens der Krankheit, hinfällig.

Zieht man Geschlecht und Alter der Erkrankten in Betracht, so findet man zwischen Männern und Frauen keinen bemerkenswerthen Unterschied. Kinder bis zu 4 Jahren scheinen nur selten, und auch dann nur im leichtesten Grade an dem Leiden zu erkranken. Neuerkrankungen nach dem 60ten Lebensjahre sollen nicht vorkommen. Der Streit über die Erblichkeit der Krankheit ist noch nicht endgültig entschieden. Während eine zur Untersuchung der Pellagrafrage in Italien ernannte piemontesische Kommission unter 927 Fällen nur 20 %, Lombroso unter 472 Kranken 16 %, Maragliano unter 150 Leidenden 22 % erblich belastet fand, sah Boudin unter 100 Ehen mit pellagrösen Kindern 15 mal Mann und Frau, 24 mal den Mann und 27 mal die Frau allein mit der Pellagra behaftet. Neuerdings neigt man sich mehr der Ansicht zu, daß die Krankheit überhaupt nicht vererbt werden könne; man erklärt die häufigen Erkrankungen von Kindern pellagröser Eltern als Folge angeborener Schwäche im Zusammenhang mit ungünstigen Ernährungs- und Gesundheitsverhältnissen.

Von Irrsinn werden 5—9 % der Pellagrösen befallen. Sie machen in Italien 29 % sämmtlicher Geisteskranken aus. Leider hat es nach den offiziellen italienischen Berichten den Anschein, als ob die Krankheit beständig zunehme und sich auch ihr Verbreitungsgebiet immer mehr vergrößere.

Dem Gesagten braucht kein Weiteres zum Beweis der Häufigkeit und großen Gefährlichkeit der Pellagra hinzugefügt zu werden, um zu verstehen, daß sich die medizinische Wissenschaft, insbesondere die Vertreter der Arzneikunde in den von dem Leiden betroffenen Ländern, mit dem größten Ernste die Aufgabe stellten, zu erforschen, wie es möglich sei, diese Volksplage im vollsten Sinn des Wortes wirksam zu bekämpfen. Die hierauf gerichteten Bemühungen konnten indeß nur Erfolg haben, wenn die Ursachen des Leidens mit Sicherheit festzustellen waren, letztere haben aber trotz hingebendster Arbeit auf diesem Gebiete in einwandsfreier Weise noch nicht ermittelt werden können. In erster Linie trat die Frage in den Vordergrund, ob und inwieweit der Genuß des Maises mit der Pellagra in ursächlichem Zusammenhang stehe, und schon hier sehen wir, daß sich zwei Lager bilden: die „Azeïsten“ welche den Zusammenhang zwischen Pellagra und Mais in Abrede stellen, und die „Zeïsten“, welche mehr oder weniger die Ursache der Krankheit in dem Genuß des Maises erblicken. Die Gegner der Maistheorie sind auch unter sich keineswegs einig. Während manche derselben das Leiden als Hautkrankheit auffassen, suchen andere ihre Ursache in Erkrankungen des Verdauungskanals, eine dritte Gruppe in solchen des Centralnervensystems; eine andere Richtung bekennt sich zur Ansicht, die Krankheit sei, ähnlich wie Skorbut, Aussatz und Elephantiasis eine „Volkskrankheit“, wieder andere, besonders spanische und südrumänische Aerzte, sprechen sie für Alkoholismus an. Die Gegner der Maistheorie erklären die Entstehung des Leidens theils aus der Wirkung der Sonnenstrahlen, theils aus der Armuth und im Zusammenhang damit stehender, mangelhafter Ernährung sowie Mißbrauch von Alkohol. Allein dafür finden sie keine Erklärung, warum in anderen südlichen von der Krankheit freien Ländern, deren Bewohner den heißesten Sonnenstrahlen ausgesetzt sind und wo zweifellos auch nicht weniger Armuth und Elend herrschen, als in den von Pellagra heimgesuchten Gebieten, letztere nicht gleichfalls endemisch ist. Diese Thatsache führen die Anhänger der Maistheorie gegen ihre Gegner ins Feld und weisen darauf

hin, daß das Leiden nothwendiger Weise eine andere Ursache haben müsse. Eine solche finden sie in dem Genuß der Maisprodukte.

Zu Unterstützung ihrer Ansicht können sie allerdings auch gewichtige Gründe ins Feld führen. Vor allem ist die Krankheit in den davon betroffenen Ländern stets erst nach der Einführung der Maiskultur, nie vorher, beobachtet worden.

Dies läßt sich auf Grund vorhandener statistischer Angaben ebenso nachweisen, wie die Thatsache, daß sie endemisch nur in den Ländern auftritt, wo Mais gebaut wird, und daß sie fast ausschließlich diejenigen Klassen der Bevölkerung befällt, welche im Mais ihr Hauptnahrungsmittel besitzen. Einen interessanten Beleg hierfür bietet u. a. Korfu. So lange die dortige Bevölkerung ihren Bedarf an Mais auf ihrem eigenen Boden gewann und ein völlig reifes Produkt erzielte, war die Krankheit auf der Insel unbekannt. Als aber ein Theil des früher mit dieser Frucht bebauten Ackers dem lohnenderen Weinbau übergeben wurde, reichte die heimische Produktion nicht mehr aus, und man war genöthigt, Mais aus anderen Ländern einzuführen. Nicht lange Zeit darauf wurde auch in Korfu die Pellagra beobachtet.

Vignoli sah, daß in den einzelnen, von der Pellagra heimgesuchten Gegenden Toskanas die Häufigkeit der Krankheit im geraden Verhältniß zu dem Umfange der Maisnahrung steht. Ueberall wird davon weitaus am meisten die fast ausschließlich von Mais lebende Landbevölkerung betroffen; in Rumänien, wie vorher erwähnt, vornehmlich die Braccianti; nur selten verfallen ihr die Ausländer und Israeliten, welche dort, wenn auch noch so arm, doch nur Weizenbrot genießen.

Außerdem hat man die Erfahrung gemacht, daß mit der Verminderung des Maisbaues und der gleichzeitigen Einführung anderer Getreidearten, wie Weizen, Hirse, Reis u. dergl. in die Volksernährung jedesmal ein Rückgang der Krankheit zu beobachten ist. Schließlich ist auch der Umstand, daß in den Anfangsstadien der Krankheit kräftige Kost unter Ausschluß der Maisnahrung das sicherste Mittel zur Wiederherstellung darbietet kein geringes Moment zu Gunsten der Anhänger der Maistheorie.

Wie ist es nun im Hinblick darauf, daß der Maisbau, welcher, wie wir vorher gesehen haben, in so außerordentlicher Weise in Europa und Amerika verbreitet ist und in seinem Erträgniß schon seit undenklichen Zeiten eines der wichtigsten Nahrungsmittel verschiedenster Völker darstellt, zu erklären, daß, wenn wir von den vorher besprochenen auf Mexiko bezüglichen und nicht völlig aufgeklärten Verhältnissen und von Bolivia absehen, nur bestimmte und verhältnißmäßig kleine Theile Europas von dieser Geißel heimgesucht werden?

Der Maisgenuß an und für sich kann hier nicht die Ursache sein — es müssen vielmehr in den von der Krankheit befallenen Gebieten Umstände obwalten, welche in den davon freien nicht zur Geltung kommen können.

Diese Umstände findet die Mehrzahl der Pellagraforscher darin, daß der armen Bevölkerung nicht guter, sondern häufig verdorbener, mulsteriger oder schimmeliger Mais zur Nahrung dargeboten wird; ein solcher ist entweder im unreifen Zustande geerntet worden oder hat nach der Ernte gewisse mit chemischen Veränderungen verknüpfte Gährungsprozesse durchgemacht. Zur Unterstützung dieser Ansicht wird angeführt, daß die Pellagra nur in Gegenden auftritt, deren Klima und Bodenverhältnisse der Maiskultur nicht besonders

günstig sind, so daß das Korn nicht zur Austrocknung kommt und aus diesem Grunde bei dem Aufbewahren dumpf und schimmelig wird. Daher tritt die Krankheit in südlichen Landstrichen viel weniger auf und macht sich in den Gegenden, in welchen sie endemisch ist, bei Mißernten und in kalten regnerischen Jahren besonders bemerkbar. Vornehmlich gefährlich erachtet man den sog. Quarantino und Cinquantino, zwei Maissorten, welche 40 bezw. 50 Tage nach der Saat geerntet werden. Sie sind als Nachfrucht im Sommer in Italien ungemein beliebt, kommen somit stets spät zur Ernte, also zu einer Zeit, wo der Feuchtigkeitsgrad in den Gegenden ihres Anbaues ein außerordentlich hoher, eine genügende Trocknung deshalb kaum ausführbar ist. Diese beiden Sorten bilden wegen ihrer Billigkeit die Nahrung der ärmsten Bevölkerungsklasse und zwar gerade im Frühjahr, wo die Ersparnisse des Sommers von derselben aufgebraucht sind und die Preissteigerung guten, ausgetrockneten Maises den Armen den Ankauf erschwert oder gar unmöglich macht.

Auch schlechtes Aufbewahren des Maiskornes an feuchten Orten begünstigt das Auftreten der Krankheit. Dem siebenbürgischen Walachen, welcher seinen Maisvorrath in Scheunen und auf trockenen Böden bis zum Bedarfsfalle aufspeichert, ist die Krankheit völlig fremd, der ihm benachbarte rumänische Walache, welcher seinen Mais in mit Pferdemist bedeckten Gruben vorräthig hält, ist der Pellagra unterworfen.

Es ist bemerkenswerth, daß man in Mexiko und Bolivia, wo die ärmere Bevölkerung auch zeitweise von verdorbenem Mais leben muß, wenn überhaupt, so doch nur eine geringe Zahl von Pellagrakranken aufweist. Dies steht ohne Zweifel mit der Art, wie die Frucht dort zubereitet und genossen wird, im Zusammenhang. So genießt man sie in Mexiko nur in geringen Mengen roh und gekocht, und zwar in einer Entwickelungszeit, wo die Körner noch ganz milchig sind. Sonst wird der in der Sonne getrocknete Mais zuerst mit etwas Kalk oder Salpeter gekocht, dann auf einem Steine gemahlen und mit verschiedenen Gewürzen in Wasser zu einem Brei angerührt, in Maisblätter gewickelt und nochmals gekocht oder auch mit Syrup fast trocken angemacht. Letzteres geschieht besonders, wenn man ihn z. B. auf Reisen mitnehmen will. Die bei weitem häufigste und allgemein verbreitetste Art, ihn zu essen, ist in Mexiko die, daß der erwähnte Brei mit den Händen zu dünnen Fladen geformt wird, welche dann auf einer irdenen Platte gebacken werden. Auf diese Weise kommt der Mais nicht in halbgarem, sondern in vollkommen ausgebackenem Zustande zum Genuß. Diese Art der Zubereitung weicht wesentlich von der in Italien bei Herstellung der Polenta eingehaltenen ab. Diese stellt nur einen in siedendem Wasser verrührten dicken Maisbrei dar. Bei der in Mexiko üblichen Behandlungsweise werden, im Gegensatz zu den italienischen Gepflogenheiten, die dem verdorbenen Mais anhaftenden Schädlichkeiten in ihrer Wirkung wahrscheinlich aufgehoben oder wenigstens sehr wesentlich beschränkt. Außerdem dürfte hierbei noch in Betracht zu ziehen sein, daß die mexikanischen Indianer ihre Maiskuchen (tortillas) und ihren Maisbrei mit Gewürzen (spanischem Pfeffer u. dgl.) versetzen und mit grünen oder rothen Paradiesäpfeln genießen, wodurch die Eintönigkeit der Nahrung gemindert und die Verdaulichkeit des Maises gefördert wird.

Wenn nun einmal die krankheitserregenden Eigenschaften des verdorbenen Maises angenommen sind, müßte es von Interesse sein, zu erfahren, welcher Art dieselben

sind. Soll man dieselben in Mikroorganismen suchen, ist also die Pellagra eine Infektionskrankheit, oder verdankt sie giftigen, im verdorbenen Mais gebildeten chemischen Verbindungen ihre Entstehung? Längere Zeit hindurch neigte sich eine große Zahl der Pellagraforscher der ersteren Ansicht zu. Man erinnerte sich der verschiedenen Krankheiten, welchen der Mais vor seiner Ernte ausgesetzt ist, der sog. Chlorose, des Befallenseins mit Brand oder einer durch Sclerotinum maidis oder den Pilz Sporisorium maidis hervorgerufenen krankhaften Veränderung des Kornes. In der That fand man in dem verdorbenen Maiskorn und Maismehl zahlreiche Organismen, die sich aber alle bei ihrer näheren Prüfung als für Menschen und Thiere unschädlich erwiesen. Hierdurch gewann schließlich die Ansicht Lombrosos immer mehr Boden, nach welcher sich im verdorbenen Mais chemische Verbindungen befinden, die entweder schon an sich oder in der Gestalt weiterer chemischer Umwandlungsprodukte die Krankheit zu erzeugen im Stande sind.

Es gelang Lombroso im Jahre 1871, im Innern der verdorbenen Maiskörner, besonders im Maiskeim, eine Thieren giftige Substanz nachzuweisen, aus welcher er ein in Alkohol lösliches Oel, das Oleoresin, und einen in physikalischer Hinsicht dem Ergotin verwandten und von ihm als Maïsin oder Pellagrazeïn benannten Stoff herstellen konnte. Aus den hinsichtlich der physiologischen Wirkung dieser Substanzen seitens Lombrosos gemachten und später durch Husemann und Cortez sowie Hofmeister bestätigten und erweiterten Untersuchungen ergiebt sich, daß die Wirkung einem narkotisch wirkenden, sowie einem dem Strychnin ähnlichen Alkoloïd zuzuschreiben ist.

Selmi dagegen hält dafür, daß die Vergiftungen durch eine Verbindung von Akroleïn mit Ammoniak oder durch Umsetzungsprodukte derselben verursacht werden.

Nach dem Gesagten bietet die Annahme, daß die Ursache der Pellagra in dem verdorbenen Mais zu suchen sei, eine große Wahrscheinlichkeit. Trotzdem kann man aber den Einwand erheben, daß immerhin noch eine große Zahl von Personen, welche verdorbene Maisprodukte in ihren Organismus aufnehmen, bei gleicher Zubereitung der Speise und bei gleicher Lebensweise von der Krankheit verschont bleibt.

In der Erklärung dieser Thatsachen unterscheiden sich die Anhänger der Maistheorie nach drei Richtungen. Die „Unicisten“ halten den Genuß verdorbenen Maises für die einzige Ursache der Krankheit; die „Dualisten“ bekennen sich zwar auch zur direkten Schädlichkeit des Maisgenusses, glauben aber, daß als zweiter Faktor die dem Arbeiter im Verhältniß zu seinem starken und täglichen Kräfteverbrauch dargebotene nicht ausreichende Ernährung durch Mais zur Entstehung der Krankheit hinzukommen muß. Die „Pluralisten“ erblicken als Ursache der Krankheit neben dem schlechten Mais die ungünstigen hygienischen und Ernährungsverhältnisse, unter deren Einfluß die Bewohner pellagröser Gegenden stehen, also schwere Feldarbeit, Sonnenbrand, feuchte und schlecht gelüftete Wohnungen und ungenügende Kleidung, schlechtes Trinkwasser, Unreinlichkeit, übermäßiger Alkoholgenuß, Chininmißbrauch, Ausschweifungen und Gemüthsbewegungen.

Von diesen drei Anschauungsweisen hat wohl diejenige der Pluralisten das Meiste für sich, auch bekennt sich wohl der größte Theil der Pellagraforscher der Gegenwart zu derselben.

Neusser kommt zu folgendem Ergebniß: Der verdorbene Mais enthält an sich zwar keine, die Pellagra erregenden Gifte, wohl aber deren Vorstufen bezw. Muttersubstanzen. Bei normal arbeitenden Verdauungsorganen werden dieselben verdaut oder ausgeschieden. Ist jedoch der Verdauungskanal in Folge der oben aufgezählten Ursachen erkrankt und weniger leistungsfähig, so gehen die unschädlichen Stoffe in Gifte über.

Wenngleich, wie wir gesehen haben, die Ansichten über die Art der Entstehung der Pellagra sich widersprechen, lassen sich doch gewisse Thatsachen sicher annehmen: 1. die Ursache der Pellagra ist bisher noch nicht mit absoluter Sicherheit festgestellt, doch ist es höchst wahrscheinlich, daß 2. der verdorbene Mais für die Entstehung der Krankheit von Bedeutung ist und zwar in der Art, daß 3. bei den Veränderungen des Maises sowohl verschiedene Mikroorganismen als Wärme und Feuchtigkeitsverhältnisse, sowie Art und Reife des Maises von Einfluß sind. 4. Daß in dem verdorbenen Mais die Ursache der Pellagra in Gestalt einer oder mehrerer chemischer Verbindungen enthalten ist und zwar entweder bereits fertig oder in ihren Vorstufen. 5. Daß diese Stoffe dem gesunden Körper unschädlich sind und nur dann die Krankheit zu erzeugen vermögen, wenn der Organismus seine Widerstandsfähigkeit eingebüßt hat, sei es durch Ernährungsstörungen oder durch Ueberanstrengung, durch physische Ueberreizungen, durch ungünstige Lebensverhältnissen oder endlich durch erbliche Anlage.

Bekämpfung der Pellagra. Die in dem weiteren Fortschreiten der Pellagra für die Bevölkerung liegende Gefahr hat im Gefolge gehabt, daß von Seiten mehrerer Regierungen hervorragende Gelehrte oder Kommissionen mit der Aufgabe betraut worden sind, die Ursache der Pellagra weiter zu ergründen und, gestützt auf ihre Ermittelungen, Vorschläge zur Bekämpfung des Leidens zu machen. Das Königlich italienische Ministerium für Ackerbau, Industrie und Handel hat unter dem 4. Juni 1881 ein Rundschreiben an die Präfekten, Unterpräfekten, Bürgermeister, an die landwirthschaftlichen Versammlungen und Vereine über die Maßregeln erlassen, welche darauf abzielen, die Ursachen der Pellagra zu verringern. In demselben wird empfohlen, mit allen durch die Gesetze erlaubten Mitteln dafür zu sorgen, daß verdorbener Mais vom Handel und von der Ernährung ausgeschlossen werde. Man solle sich von den Gesundheitsverhältnissen der Bauernhäuser überzeugen und dafür sorgen, daß nöthigenfalls die Verbesserung ihres Zustandes nach Maßgabe der Gesetze angeordnet werde. Es sei nöthig, sich über die Beschaffenheit des Wassers zu unterrichten, welches von den Landleuten gebraucht würde, und erforderlichen Falles durch Ausschreibung von Preisen die Anlage von Brunnen oder die Anwendung von Mitteln zu fördern, welche dazu dienen, das Wasser selbst trinkbar zu machen. Man möge darauf hinwirken, daß gemeinschaftliche Oefen zum Brotbacken und Trocknen des Maises angelegt würden. Es sei ferner wünschenswerth, durch Prämien und mittelst Vertheilung von Kaninchenpaaren die Verbreitung der Zucht dieser Thiere zu fördern und damit den Landleuten eine billige Fleischnahrung zugänglich zu machen. Es möchten auch Preise zu Gunsten derjenigen Familien von Landleuten ausgesetzt werden, welche nachweisen, daß sie für die Reinlichkeit der Wohnung und des Körpers am meisten Sorge getragen, für die Erhaltung des Maises und der anderen Nahrungsmittel in gutem Zustande gehörig gesorgt und unter die Nahrung Kaninchen- und anderes Fleisch aufgenommen haben.

Es soll weiter eine besondere Aufforderung an die frommen Stiftungen, besonders an die unter ihrer Leitung stehenden Krankenhäuser gerichtet werden, bei der Aufnahme von Pellagrakranken Ermittelungen anzustellen über den Zustand der Bauernhäuser welchen die Erkrankten entstammen, damit dieser verbessert werden könne. Weiter wurde den landwirthschaftlichen Versammlungen und Vereinen empfohlen, aus ihrer Mitte eine besondere Kommission zu wählen, welche die Aufgabe hat, zur Ausführung der oben genannten Maßregeln beizutragen und solche weiteren Mittel zu studiren und vorzuschlagen, welche die Erfahrung als die geeignetsten erkennen ließ. Diese Kommissionen müßten besonders auf die Bezirksärzte rechnen. Schließlich sollten mittelst praktischer Unterweisung, sonntäglicher und abendlicher Zusammenkünfte Mittheilungen über die Ursache der Pellagra und über den Nutzen gemacht werden, welchen die Landleute aus einer zur Förderung des Gebrauches gemeinschaftlicher Oefen gebildeten Vereinigung ziehen können.

In Bezug auf den letzterwähnten Punkt ließ es die italienische Regierung ihrerseits auch nicht an weiteren Aufmunterungen fehlen. So schrieb sie gelegentlich einer Ausstellung, welche im Sommer 1887 in Mailand stattfand, eine Preisbewerbung für die besten Getreidetrockenapparate aus. Wie J. van den Wyngaert, der bei jener Ausstellung Preisrichter war, berichtet, wurden 32 Apparate zur Preisbewerbung gestellt, von welchen 26 als nicht entsprechend zurückgewiesen werden mußten, 6 wurden einer späteren eingehenden Prüfung vorbehalten. Augenscheinlich ist die Konstruktion wirklich zweckentsprechender Maistrockenöfen mit manchen Schwierigkeiten verknüpft.

Im Verfolg dieser Bestrebungen hat der Königl. italienische Minister für Landwirthschaft, Gewerbe und Handel in Gemeinschaft mit dem Finanzminister am 18. Januar 1887 zwei Gesetzentwürfe zur Bekämpfung der Pellagra vorgelegt. Der erste enthält drei Artikel, nach denen die Gemeinden verpflichtet werden sollen, für eine vollkommene Austrockung des Maises Sorge zu tragen. Die dazu erforderlichen Apparate müssen, wo sie nicht vorhanden sind, auf Veranlassung der Behörde von den Einzel-Gemeinden oder von Genossenschaften mehrerer Gemeinden beschafft werden. Ein Drittel der Kosten trägt in solchem Falle die Provinz. Das Geld kann den Gemeinden bezw. der Provinz aus der Staatskasse auf 10 Jahre vorgeschossen werden, doch soll die dem Staate so zur Last fallende Ausgabe die Summe von 50 000 Lire im Jahre nicht überschreiten.

Nach dem zweiten Gesetzentwurfe soll der Landwirthschaftsminister zur Anlegung neuer Bauern- oder Kolonistenhäuser und neuer Brunnen ein Fünftel der Kosten, und zur Erneuerung oder Reparatur alter derartiger Häuser und Brunnen ein Viertel der Kosten à fonds perdu unter der Bedingung beitragen dürfen, daß die nothwendigen hygienischen Vorschriften eingehalten werden.

Am 6. März 1888 wurde vom österreichischen Abgeordnetenhause ein Gesetzentwurf, betreffend die Gewährleistung von Unterstützungen aus Staatsmitteln zur Bekämpfung der Pellagrakrankheit und zur Linderung des Nothstandes in der gefürsteten Grafschaft Görz und Gradisca angenommen. In demselben wurden der Regierung 50 000 fl. bewilligt, von welchen 20 000 fl. zur Bestreitung der Kosten bestimmt waren, welche sich aus der Anwendung der zur Bekämpfung der Pellagrakrankheit erforderlichen, besonderen

vorbeugenden und sanitätspolizeilichen Maßregeln ergeben werden. Als solche werden genannt: die Einrichtung von Back- und Trockenöfen, die Beschaffung gesunder und zweckmäßiger Nahrungsmittel, die Heilmittel für die von der Krankheit Ergriffenen, die Assanirung von gesundheitsschädlichen Häusern, welche von Pellagrakranken bewohnt werden. Gleichzeitig kamen zwei Resolutionen zur Annahme. In der einen wurde die Regierung aufgefordert, auch in den Staatsvoranschlägen der kommenden Jahre entsprechende Beträge zur Bekämpfung der Pellagrakrankheit einzustellen, da nur durch nachhaltige Anwendung der als zweckmäßig erkannten Maßregeln die Heilung des erwähnten Uebels erwartet werden könne. In der anderen wird die Regierung aufgefordert, über das Vorkommen der Pellagra und das Gebiet ihrer Ausdehnung in Südtirol die entsprechenden Erhebungen zu pflegen und eintretenden Falles die nöthigen Vorkehrungen zu treffen

Der Berichterstatter hat geglaubt, die vorstehenden Mittheilungen über die Pellagra, bei welchen ihm ein von dem zum Gesundheitsamte kommandirten Königl. sächsischen Assistenzarzt I. Kl. Dr. Kießling zusammengestelltes Material von besonderem Nutzen gewesen ist, in ausführlicher Weise geben zu sollen. Die Erörterung der Frage, ob und wieweit wir bei Einführung der Maisnahrung in den breiteren Schichten der Bevölkerung einen Einbruch dieser in unserem Vaterlande bisher unbekannten Krankheit zu befürchten haben, setzt die genauere Kenntniß der im Vorstehenden behandelten Verhältnisse voraus.

Die Frage der Maisverwendung kann, und dies muß besonders hervorgehoben werden, an dieser Stelle nur vom hygienischen, nicht vom volkswirthschaftlichen Standpunkt aus erwogen werden, da Betrachtungen letzterer Art außerhalb der dem Gesundheitsamte zugewiesenen Zuständigkeit liegen.

Da die Pellagra in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, soweit ermittelt werden konnte, nicht vorkommt, trotzdem die Bewohner dieses Landes Mais in großen Mengen und in der wechselndsten Zubereitung in ihre Ernährungsweise aufgenommen haben, muß angenommen werden, daß dort durch die Verwendung reifer, vielfach entkeimter Früchte in scharf getrockneter Form die Bedingungen, welche die in Rede stehende Gesundheitsschädigung herbeiführen, entweder von vornherein nicht vorhanden sind oder durch die Zubereitungsweise der Maisnahrung unwirksam gemacht werden.

Auch in Ungarn scheint die Pellagra nicht aufzutreten; wenigstens fehlen uns von dort darauf bezügliche Nachrichten, trotzdem der Maisgenuß daselbst sehr verbreitet ist.

Ob die Krankheit in Mexiko vorkommt, müssen wir auf Grund der früher gemachten Mittheilungen für zweifelhaft halten.

In den vorher näher bezeichneten südeuropäischen Ländern herrscht die Krankheit.

Hieraus ergiebt sich, daß wir dem von den Vereinigten Staaten und Ungarn zu uns eingeführten Mais vom hygienischen Standpunkt aus gegenüber dem von mit Pellagra behafteten Ländern den Vorzug einräumen müssen. Weiter hat von demselben Gesichtspunkt aus der entkeimte Mais vor dem nicht entkeimten den Vorzug. Ersterer bietet in Folge seines geringeren Fettgehaltes eine größere Garantie für die

Haltbarkeit der daraus hergestellten Nahrungsmittel. Weil gerade, wie vorher gesagt, im Keime die Bedingungen der Bildung giftiger chemischer Verbindungen besonders günstig sind, ist seine Entfernung auch aus diesem Grunde wünschenswerth.

Der in den Handel gebrachte Mais soll ferner völlig gereift und möglichst stark getrocknet sein.

Unreife oder durch Seewasser befeuchtete und daher möglicher Weise in theilweise Zersetzung übergegangene Waare giebt vom gesundheitlichen Standpunkte Anlaß zu Bedenken. Ebenso alle solche Produkte, welche, ursprünglich in gutem Zustande, durch mangelhafte Behandlung beim Aufbewahren wieder feucht geworden sind und daher möglicherweise noch nachträglich mit dem Krankheitserreger (was dieser sei, bleibe dahingestellt) behaftet sind.

Die Formen der Zubereitung sind möglichst so zu wählen, daß durch Anwendung von Hitze auch die im Nahrungsmittel vorhandenen Schädlichkeiten zerstört oder in ihrer Wirkung mindestens herabgesetzt werden.

In dieser Beziehung dürfte die Gefahr für unsere Bevölkerung keine große sein. Das Maismehl in Form der Polenta, die, wie gesagt, eine besonders gefährliche Quelle des Uebels ist, hat keine Aussicht, sich wegen seines unserem deutschen Gaumen weniger behagenden Geschmackes bei uns einzubürgern. Wir werden das Mehl vielmehr in Gestalt von Brot oder von gut gekochten Mehlspeisen vorziehen. Es ist wünschenswerth, daß die Maisnahrung nicht einseitig befördert, sondern auf die Wichtigkeit wechselnder Kost, insbesondere die Bedeutung gleichzeitiger Fleischnahrung aufmerksam gemacht werde.

Inwieweit es möglich ist, den Handel zu veranlassen, eine den erwähnten Bedingungen entsprechende Waare zu liefern, ob Bemühungen, die Konsumenten wirksam über die möglichen Schädigungen zu belehren, von Erfolg begleitet sein werden, läßt sich zur Zeit kaum ermessen. Jedenfalls wird es im Falle einer ausgedehnten Verbreitung des Maisgenusses in unserem Vaterlande eine neue, darum aber nicht weniger dringende Aufgabe der mit der gesundheitspolizeilichen Ueberwachung betrauten staatlichen Organe sein, die Möglichkeit einer Gesundheitsschädigung durch die Einschleppung von Pellagra unausgesetzt im Auge zu behalten, um derselben bei dem geringsten Verdacht sofort wirksam zu begegnen.

Schließlich ist bei der Frage inwieweit eine größere Verbreitung der Maisnahrung bei uns empfehlenswerth erscheint, noch ein Umstand in Erwägung zu ziehen.

Voraussichtlich wird, da wir selbst ja nie dazu kommen werden, in unserem Vaterlande genügend Mais für unsere Bedürfnisse zu bauen, Nordamerika den Löwenantheil an der Einfuhr dieses Produktes haben, und dann sind immerhin Umstände möglich, durch welche die Einfuhr zu uns von dort unzureichend oder gar ganz abgeschnitten wird. Dann wäre, unter der Voraussetzung einer allgemeinen Einführung der Maisprodukte in die Volksernährung, eine wichtige Quelle der letzteren versiegt, was nothwendiger Weise auf den allgemeinen Ernährungszustand in schädlicher Weise zurückwirken müßte.

Herr Col. Murphy hat dem Berichterstatter mehrfach seine Befriedigung über die von ihm in Deutschland erzielten Erfolge seiner Bemühungen ausgesprochen. Immer-

hin scheinen aber die besseren Ernten des vergangenen Jahres, welche unseren Landsleuten den Bezug der einheimischen Getreidearten zu billigeren Preisen ermöglicht haben, auf die Einführung des Maises, soweit er zur Herstellung von Mischbrot gebraucht werden sollte, nicht günstig gewirkt zu haben. Dies ist auch die Ansicht des genannten Herrn. Die rothen Plakate, welche den Verkauf des „Murphybrotes“ anzeigten, sind fast ganz aus den Läden der Bäcker, welche dasselbe früher ihren Kunden anpriesen, verschwunden. Leider scheint sich aber ein starker Mißbrauch eingeschlichen zu haben, welcher an dieser Stelle die schärfste Verurtheilung finden muß. In einer Zuschrift an die „Deutsche landwirthschaftliche Presse“[1]) theilt Herr Murphy derselben mit, daß während der letzten außergewöhnlich hohen Preise des Roggens ein sehr großer Bestand von Mischbrot aus Mais und Roggen verzehrt worden sei. Ein Müller habe ihm geschrieben, daß er 780 Tonnen zu dem Zwecke verkauft habe. Es sei in Berlin, Hamburg, Dresden, Leipzig und anderen großen Städten solches Brot in den Verkehr gekommen. Da jedoch der Roggengeschmack in der Mischung den Mais nicht durchschmecken lasse, hätten viele Bäcker, um das Vorurtheil gegen Maisbrot zu überwinden, dieses Brod als reines Roggenbrod verkauft. Hierin liege der hauptsächliche Grund, warum dem Publikum nicht mehr bekannt geworden sei, wieviel Mais bei uns verbraucht wurde.

Man sollte nun denken, daß wenigstens der Rückgang im Preise des Roggenmehles die betreffenden Bäcker veranlaßt hätte, von solchen Gepflogenheiten abzugehen. Daß dies indessen auch jetzt nicht der Fall ist, hat der Berichterstatter guten Grund anzunehmen. Bei einem Verkäufer von Brot, der seine Waare von einer großen Bäckerei bezog, häuften sich die Klagen der Abnehmer wegen der eigenthümlichen rissigen und trockenen Beschaffenheit des Gebäcks. Er zog einen Sachverständigen zu Rathe, welcher auf Grund seiner durch eigene Erfahrungen gesammelten Kenntnisse der Eigenschaften des Maisbrotes nicht umhin konnte, die fraglichen Brote als solche zu erkennen. Der Erfolg eines sofort bei der Bäckerei erhobenen Einspruchs war denn auch alsbald in der Lieferung tadelloser Waare erkenntlich. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diejenigen Bäcker, welche ein Mischbrot aus Mais und Roggen als Roggenbrot verkaufen, sich auf Grund des Nahrungsmittelgesetzes strafbar machen.

Selbstverständlich verurtheilt auch Herr Murphy derartige unreelle Gepflogenheiten vom moralischen Gesichtspunkte aus; sie gehen aber auch gegen sein eigenes Interesse, da ihm daran liegen muß, das Maisbrot als solches dem damit noch nicht bekannten Publikum vorzuführen. Auch würden ein paar Verurtheilungen unreeller Bäcker sehr bald die Einfuhr von Mais, soweit er zu Fälschungszwecken bestimmt ist, in empfindlicher Weise beschränken.

Das Dura-Getreide.[2]) Schon seit längerer Zeit verwenden manche Brennereien die unter dem Namen Dari im Handel vorkommende, und aus Bombay bezogene, aber auch in Syrien und Aegypten wachsende Hirseart, welche die Botaniker mit dem Namen

[1]) Ebenda XX. Jahrgang, Nr. 3. 11. Januar 1893, S. 25.

[2]) Schreibweise des Herrn Legationsraths Prof. Dr. Brugsch.

Sorghum tartaricum Pers. bezeichnen, zur Erzeugung von Branntwein. Die Bekanntschaft mit diesem Getreide veranlaßte den Direktor der Spritfabrik Geldern, Herrn Voigt, im Hinblick auf die Lage des Roggenmarktes im Jahre 1891, Versuche zur Erzielung von Mischbroten aus Dari und Roggen anzustellen. Dieselben verliefen, wie später näher erörtert werden soll, günstig und veranlaßten den genannten Herrn, dem Gesundheitsamte Proben von seinem Gebäck zur Kenntnißnahme einzusenden. Ziemlich gleichzeitig machte Herr Legationsrath Prof. Dr. Brugsch das Reichsamt des Innern auf die Brauchbarkeit einer anderen Hirseart, der s. g. Dura (Sorghum vulgare Pers. der Botaniker) zur Brotbereitung aufmerksam, was die Anstellung von darauf bezüglichen Versuchen im Gesundheitsamte zur Folge hatte.

Nach Mittheilung des Herrn Brugsch, welche durch weitere seitens des Handlungshauses R. u. O. Lindemann in Alexandrien, der Vermittler der zu Versuchszwecken im Gesundheitsamte verbrauchten Duraproben, und aus der vorhandenen Literatur ergänzt wurde, ist die gemeine Moor- oder Mohrhirse, auch Negerkorn, Kaffernkorn, Dura, Anega und Sorghe genannt, ursprünglich im tropischen Afrika einheimisch und trägt deshalb auch die Bezeichnung Guineakorn. Sie ist seit dem frühesten Alterthum eines der weitverbreitesten Nahrungsmittel in Brotgestalt für die Bevölkerung Ober-Aegyptens (in Unter-Aegypten kommt sie nicht vor), Nubiens und des Sudans. In früheren Jahren gelangte die Frucht in Folge ihres großen Verbrauchs im Lande selbst nur in Folge übergroßer Produktion zur Ausfuhr. Letztere hat indessen in den vergangenen Jahren wesentlich zugenommen. Der Preis derselben stellt sich bedeutend billiger als derjenige der übrigen Getreidearten, in erster Linie des Weizens und der Gerste. Duramehl mit Weizenmehl vermischt liefert, wie Brugsch meint, ein gesundes, nahrhaftes und wohlschmeckendes Brot, das sich leicht in unserem Norden einbürgern dürfe. Nach Mittheilung Schweinfurths, welcher in der ersten Hälfte des Jahres 1891 von seinem mehrmonatlichen Ausflug nach Abessinien nach Berlin zurückkehrte, hat die italienische Verwaltung der Kolonie Erythraea den Anbau von Dura mit allem Eifer auf ihrem Boden durchgeführt, um für die militärische Besatzung an Ort und Stelle die geeignetste Brotnahrung zu gewinnen. Der Erfolg war ein überraschend günstiger, so daß man zu dem Versuche überging, das Getreide auch nach Italien zu verpflanzen. Der Versuch glückte ausgezeichnet, und soll das Getreide bereits beginnen, in einzelnen Theilen Italiens den Mais zu verdrängen, was im Hinblick auf die Pellagra sicherlich von Vortheil ist. Es dürfte kaum zweifelhaft sein, daß sich die Kultur der Dura auch in unseren Deutsch-Ostafrikanischen Kolonien mit Vortheil durchführen läßt. Ihr Anbau ist auch in Deutschland versucht und empfohlen worden; bei uns werden in nassen und kalten Jahren die Früchte nicht reif, es kann aber in guten Jahren eine 3—4 fache Aussaat zurückbehalten werden.[1])

Die Kaffern bereiten aus den Körnern ein berauschendes Getränk (Tialva) und einen guten Essig (Tiala). Neben den Samen verwendet man auch die übrigen Theile der Pflanze: das frische Kraut als Grünfutter, die Blüthenrispen zur Fabrikation von Kleiderbürsten und Reiserbesen.

[1]) Leunis. Synopsis der Pflanzenkunde III. Aufl. 1885. II. Bd. S. 816.

Das der Dura nahe verwandte Darigetreide hat in neuerer Zeit auch Eingang in Belgien und England gefunden. Beide Länder beziehen die Frucht aus Ostindien und Syrien und gebrauchen sie sowohl zu Nahrungszwecken wie zur Erzeugung von Branntwein. Ob sie sich, wie mehrfach behauptet wird, auch zur Erzeugung von Bier eignet und verwendet wird, konnte der Berichterstatter nicht in sichere Erfahrung bringen.

Da auch Dura und Dari nur auf dem Seewege zu uns gelangen können, müssen die hinsichtlich einer Unterbindung der Bezugsquellen bei dem Mais geäußerten Bedenken nicht weniger auch für diese beiden Getreidearten ins Gewicht fallen.

Die bei den Backversuchen des Gesundheitsamtes verwendeten Getreide-Rohmaterialien.

Obgleich wir im Besitze von Zahlen sind, welche uns neben den auf die Zusammensetzung einzelner Getreidearten bezüglichen Werthen auch den betreffenden Durchschnittswerth angeben, erschien es wünschenswerth, die zu den nachher beschriebenen Backversuchen verwendeten Materialien noch besonders der chemischen Analyse zu unterwerfen, um die direkten Beziehungen der einzelnen Mehle bezw. Mehlmischungen zu den erzielten Gebäcken, welche gleichfalls der chemischen Analyse unterworfen wurden, in ein helleres Licht zu setzen.

Wir geben die Resultate in der nachstehenden Tabelle I und stellen ihnen zum Vergleich die für die einzelnen Getreidesorten ermittelten Durchschnittswerthe nach König[1]) gegenüber.

Das bei den Versuchen verwendete Roggenmehl (3 Sorten) mit der Marke $^{0}/_{1}$ war in der Weise ermahlen, daß aus 100 Th. Roggenkorn 60 Th. Mehl gezogen waren.

Der Stickstoffgehalt der einzelnen Sorten ist großen Schwankungen unterworfen. Die von König zahlreich gesammelten Analysen zeigen in der Trockensubstanz Unterschiede im Gehalt der Körner an Proteïnstoffen, welche zwischen 8,39 und 22,75 % bei einem Mittel von 12,48 % liegen. Diese Unterschiede spiegeln sich natürlicher Weise auch in der Zusammensetzung des Mehls wieder. Der Gehalt des mit I bezeichneten Roggenmehls (Nr. 1) an Stickstoff entsprach ziemlich den gefundenen Durchschnittswerthen, die als Roggenmehl II (Nr. 2) und Roggenmehl III (Nr. 3) bezeichneten Sorten erwiesen sich, obgleich äußerlich von guter Beschaffenheit, als wesentlich stickstoffärmer. Dieser auch noch an mehreren anderen Roggenmehlen vom Gesundheitsamt beobachtete Mangel wird von anderen Seiten ebenfalls hervorgehoben[2]) und den Ernteverhältnissen des Jahres 1891 zugeschrieben.

Das verbackene **Weizenmehl** (Nr 6) zeigte normale Beschaffenheit und erwies sich auf Grund der Analyse als das, für was es gekauft war, als gröbere Waare.

Der **weiße Maisgries** (Nr. 8) entstammte amerikanischem Pferdezahnmais (dent corn) und war aus den geschälten und entkeimten Samen gewonnen worden.

---

[1]) J. König. Chemische Zusammensetzung der menschl. Nahrungs- und Genußmittel I. Theil 3. Aufl. Berlin 1889, Julius Springer. — Vergl. auch König: Die Brotfrage. Zeitschr. d. landwirthsch. Centralvereins für die Provinz Sachsen 1892 Nr. 6 S. 190 ff.

[2]) Dr. Mats Weibull: Zur Verbesserung des Brotes. Chemiker-Zeitung 1893. Nr. 29 S. 501.

Die Entkeimung des Maises, welche in Amerika in großem Maßstabe, bei uns nur noch wenig vorgenommen wird, muß, soweit die Verwendbarkeit dieser Frucht zur Brotbereitung in Frage kommt, als ein großer Fortschritt bezeichnet werden. Durch Entfernung der Keime, welche ungefähr 10 % eines fetten Oeles enthalten, entsteht ein Produkt, dessen Fettgehalt ungefähr demjenigen des Roggens gleichkommt. Die Entkeimung und Schälung der Maiskörner wird zur Zeit durch Maschinen in vorzüglichster Weise bewerkstelligt. Ohne hier auf Einzelheiten der Konstruktion dieser Vorrichtungen näher einzugehen, wollen wir allgemein bemerken, daß die Entkeimung wesentlich durch den Bau des Samenkorns unterstützt wird. In Folge der Reibung, welche die Körner in der Schälmaschine ausgesetzt sind, zerbrechen sie stets in der Richtung der Keime in zwei Hälften, weil diese mit der schwächsten Stelle zusammenfällt. Hierdurch tritt der Keim selbst an die Oberfläche, läßt sich leicht abreiben und durch Siebevorrichtungen entfernen. Als Endprodukt erscheint der Mais in der Form von Graupen, die dann durch einen weiteren Mahlprozeß in Maisgries umgewandelt werden. Dieser letzteren, weniger feinen Form gebührt, gegenüber dem feinsten mehlförmigen Produkt, insofern der Vorzug, als sie eine Garantie dafür bietet, daß die fettreichen Keime durch Absieben entfernt worden sind. Das zu den Versuchen verbrauchte weiße Maismehl war auf einer Berliner Mühle aus amerikanischen Graupen vermahlen worden. Hierbei konnte man die Beobachtung machen, daß sich weiche Mühlsteine zum Mahlen der Graupen nicht eignen. Der amerikanische Mais ist, um ihn haltbarer zu machen, scharf getrocknet; die Graupen sind in Folge dessen so hart, daß sie die Mühlsteine in beträchtlicher Weise abnutzen, wobei ein nicht geringer Theil ihrer Masse in das Mahlprodukt übergeht.[1])

Das gelbe Maismehl (Nr. 9) war das Produkt eines deutschen großen Mühlenwerkes und aus nicht entfettetem Samen hergestellt, wie aus der chemischen Analyse ersichtlich ist. Nach dieser übertrifft der Fettgehalt des gelben Maismehls (Nr. 9) den der vorhergenannten Sorten (Nr. 7 und 8) erheblich.

Der gelbe Maisgries (Nr. 10) entstammte derselben Quelle wie das vorhergenannte Produkt und war, wie die Analyse zeigt, nur theilweise entfettet. Die Unterschiede im Stickstoffgehalt der Nr. 7 und 8 gegenüber den Nr. 9 und 10 sind im ersten Augenblick auffallend. Sie erklären sich aber durch die Entfernung des stickstoffreichen Keimes in den beiden ersten Fällen. Dieser Punkt möge hier besonders darum betont werden, weil die sonst so vortheilhafte Entkeimung insofern auch Nachtheile im Gefolge hat, als sie naturgemäß auf die Nährkraft der Maiserzeugnisse eine Rückwirkung äußern muß.

Das benutzte Hafer- und Gerstenmehl (Nr 12 bezw. 13) bewegte sich, bei sonstiger guter äußerer Beschaffenheit auch hinsichtlich seiner Zusammensetzung innerhalb normaler Grenzen. Diese beiden Mehlsorten sind fettreicher wie die Roggen- und Weizenmehle. Der hohe, weit über den Durchschnitt gehende Stickstoffgehalt des in Arbeit genommenen Gerstenmehls liegt immer noch innerhalb früher beobachteter Zahlen. Man hat, wie aus Königs Zusammenstellungen hervorgeht, bis zu 21,99 % Stickstoffsubstanz im Gerstenmehl gefunden.

[1]) Diesem Umstande ist bei der Angabe der Aschenmengen in Tab. I, soweit Mais in Frage kommt, Rechnung getragen.

Die dem Amte überlassenen Durakörner (Nr. 13) wurden auf einer hiesigen Mühle in gewöhnlicher Weise mit einem Mehlauszug von 62 % vermahlen. Das Mehl (Nr. 14) besaß eine schwach röthlich-graue Farbe. In der Asche konnten nicht unbeträchtliche Mengen von Eisen und Kieselsäure nachgewiesen werden. Der Stickstoffgehalt der Probe liegt unter den von König angegebenen Durchschnittswerthen, der Fettgehalt nähert sich dem des nicht entkeimten Maises.

Tabelle I.

Nr.	Bezeichnung	Analyse des Gesundheitsamtes.						Durchschnittswerthe nach König.					
			In der Trockensubstanz Prozente						In der Trockensubstanz Prozente.				
		Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
1	Roggenmehl I	12,06	13,06	1,11	84,45	0,24	0,91	13,71	13,11	2,14	80,67	1,84	1,67
2	Roggenmehl II	11,00	10,19	1,40	87,28	0,20	0,93	—	—	—	—	—	—
3	Roggenmehl III	11,74	10,88	1,37	87,03	0,27	0,94	—	—	—	—	—	—
4	Mehl aus ausgewachsenem Roggen.	11,00	11,06	1,74	84,85	0,56	1,49	—	—	—	—	—	—
5	Weizenmehl (fein) . . .	—	—	—	—	—	—	13,37	11,79	1,08	86,25	0,33	0,55
6	Weizenmehl (gröber) . .	13,21	13,63	1,10	84,21	0,27	0,49	12,81	13,53	1,56	82,39	1,12	1,10
7	Weißes Maismehl . . .	11,92	9,35	1,55	87,57	0,20	1,30	14,21	11,21	4,42	86,85	1,97	1,55
8	Weißer Maisgries . . .	12,13	9,75	1,55	87,01	0,40	1,29	—	—	—	—	—	—
9	Gelbes Maismehl aus nicht entkeimtem Mais . . .	10,30	12,75	4,56	79,96	1,11	1,62	—	—	—	—	—	—
10	Gelber Maisgries . .	11,53	11,63	2,13	85,39	0,24	0,61	—	—	—	—	—	—
11	Hafermehl	8,62	14,56	6,40	75,10	1,63	2,32	9,65	14,88	6,55	74,16	2,06	2,35
12	Gerstenmehl	10,38	18,75	3,91	74,34	0,72	2,26	14,83	13,36	1,80	83,55	0,53	0,69
13	Sorghohirse (Körner) . .	10,59	9,56	4,18	81,43	1,86	2,97	11,46	10,12	3,79	79,34	3,59	1,95
14	Sorghohirse (Mehl) . .	10,30	8,25	4,23	82,96	0,95	3,61	13,16	9,50	4,44	81,59	2,14	1,33
15	Buchweizenmehl	12,20	7,13	1,29	89,96	0,86	0,77	13,51	10,25	1,56	85,85	0,67	1,14

Das verarbeitete Buchweizenmehl (Nr. 15) hatte äußerlich normale Eigenschaften. Der beobachtete Stickstoffgehalt desselben lag zwar beträchtlich unter dem Durchschnitt, bewegte sich aber innerhalb der Grenzen, welche auf Grund analytischer Untersuchungen bereits früher gefunden worden sind.

Ueber die Gründe, welche zur Verwendung des Mehles von ausgewachsenem Roggen (Nr. 4) geführt haben, soll in einem späteren Abschnitt berichtet werden.

Mischbrote mit den vorgenannten Cerealien.

Ueber das zur Herstellung der Brote eingehaltene Backverfahren mögen einige Angaben vorausgeschickt werden.

Im Allgemeinen kamen zu jedem Versuch 20 kg Mehl mit Einschluß des Surrogates zur Anwendung. Als Ferment diente Sauerteig, weil der Geschmack des Roggensauer-

teigbrotes unserer Bevölkerung am meisten zusagt. Hierbei konnte man beobachten, daß bei Verwendung stets frischen Sauerteiges ein sehr wohlschmeckendes, keineswegs saures Brot erbacken wurde.

Zur Säuerung, welche am Abend vor jedem Backtage mit je 100 g frischen Sauerteiges eingeleitet wurde, kam, wo es anging, nur Roggenmehl, 5—6 kg, zur Verwendung, während der Rest desselben mit dem Surrogat am nächsten Morgen zur Teigbereitung herangezogen wurde. 100 Theile Mehlgemisch erhielten einen Zusatz von 1,5 Th. Kochsalz. Aus je 2,5 kg Teig wurden sog. Anschubbrote gebacken.

Die Herstellung des Maisbrotes ist nach einem im Gesundheitsamte ausprobirten und von dem gewöhnlichen etwas abweichenden Verfahren vor sich gegangen.

Um beispielsweise ein Gebäck mit $^1/_3$ Maisgries und $^2/_3$ Roggenmehl zu erzielen, wurden zunächst 30 Theile Roggenmehl mit 16—18 Theilen Wasser und Sauerteig in gewöhnlicher Weise Abends eingesäuert. Am nächsten Morgen wurde aus obigem Sauer, den rückständigen 37 Theilen Roggenmehl, den 33 Theilen Maisgries und $1^1/_2$ Theilen Salz, sowie dem noch erforderlichen Wasser die Teigmasse bereitet. Dieselbe blieb eine halbe Stunde in der warmen Backstube liegen. Nach Verlauf dieser Zeit formte man die Brote. Auch diese wurden während einer halben Stunde dem Gähren überlassen und dann in den Backofen eingeführt.

Die Zeitdauer des Backens betrug in einer Privatbäckerei, woselbst der Ofen direkt mit Holz geheizt wurde, 80—90 Minuten. In der Garnisonbäckerei, welche andere Heizvorrichtungen besitzt, waren 2 Stunden bis 2 Stunden 10 Minuten erforderlich.

In einer von Herrn Murphy selbst angegebenen Vorschrift zur Herstellung von Maisbrot wird besonders betont, daß es nothwendig sei, den Maisgries, um daraus brauchbares Brot zu gewinnen, eine Stunde vor dem Backen mit der gleichen Gewichtsmenge kochenden Wassers unter Umrühren anzuquellen. Dies ist unter allen Umständen eine lästige Zugabe zu dem gewöhnlichen Backverfahren. Es setzt bei dem Betrieb im Großen Vorrichtungen zum Erhitzen größerer Mengen Wassers voraus, was z. B. im Kriegsfalle, die Einführung des Maises in die Armeeverpflegung angenommen, die Feldbäckereien wesentlich mehr belasten würde. Nach den Erfahrungen des Gesundheitsamtes ist ein solches Anquellen nicht unbedingt nothwendig, wenn die Teigmasse ganz besonders gut durchgeknetet wird.

Da sich bei diesen Versuchen eine Gelegenheit bot, in bequemer Weise die Temperaturen im Innern des Brotes während des Backens zu ermitteln, wurden in sechs Fällen kleine Maximalthermometer in den Brotteig eingeführt. Dieselben stiegen bei allen Versuchen bis auf 102° C.

Diese Zahlen sind etwas höher als die von Balland[1]) beobachteten, welcher die Temperatur innerhalb des Brotes stets zwischen 97° und 100° C. fand und nie einen die letzte Zahl überschreitenden Werth beobachten konnte.

Volum der Mischbrote. Da die erzielten Mischbrote sich bei gleicher Teigmenge in ihrem Volum als wesentlich verschieden erwiesen, schien es wünschenswerth,

[1]) Balland, Expériences sur le pain et le bisquit. Compt. rend. Tom. CXV. nr. 18 (31. Okt. 1891.) S. 665.

die einzelnen Brotlaibe zur Gewinnung vergleichender Zahlen hierauf besonders zu prüfen. Nach manchen weniger günstig ausgelaufenen Versuchen ermittelte Polenske ein Verfahren, welches für die gedachten Zwecke hinreichend genau war.

Ein Blechgefäß, dessen Durchmesser und Höhe den Brotlaib um mehrere Centimeter überragte, wurde bis zum Abstrich mit staubfreiem, trockenem Maisgries gefüllt. Derselbe fiel aus einem Trichter stets aus derselben Höhe und mit gleich starkem Strahl in das Gefäß. Der von dieser Griesmenge eingenommene Raum wurde dann in einem getheilten Meßcylinder gemessen. Sodann wurde das Blechgefäß mit dem auf sein Volum zu prüfenden und vorher gewogenen Brotlaib in der Art beschickt, daß letzteres, auf dem Boden ruhend, sich nur auf einer hervorragenden Kante anlehnte und in möglichst aufrechter Stellung verharrte. Dann wurde die Füllung mit demselben Gries in gleicher Weise wie vorher bewerkstelligt.

Die durch nochmalige Messung festgestellte Verminderung des von dem Gries eingenommenen Raumes entspricht dem Volum des vorher gewogenen Brotes. Um letzterem einen den Vergleich ermöglichenden Zahlenausdruck zu geben, wurde in der nachstehenden Tabelle II in einer besonderen Spalte aufgeführt wie viel ccm von 1 g Brot eingenommen werden.

Führte man den beschriebenen Versuch in einem vor Erschütterungen geschützten Raume aus, so betrug die Differenz von wiederholten, mit demselben Brote vorgenommenen Messungen bei einem Brotvolum von etwa 4000 ccm, höchstens 120 ccm, im Mittel 40 bis 50 ccm, was einem Versuchsfehler von 3 bezw. 1,5 % entspricht. Dieses Verfahren ist viel weniger umständlich, wie andere, zu dem gleichen Behuf vorgeschlagene und dürfte sich für den vorliegenden Zweck als hinreichend genau erweisen.

Wassergehalt des Mischbrotes. Die zur Herstellung einer backfähigen Teigmasse nothwendigen Wassermengen stehen in innigem Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Mehles. Ein gutes, kleberreiches Mehl vermag mehr Wasser zu binden als ein kleberarmes. Andererseits läßt auch die mehr oder minder feste Beschaffenheit der Teigmasse hierbei einen gewissen Spielraum zu.

Wenn auch im Allgemeinen ein großer Ueberschuß von Wasser beim Backen aus der Teigmasse entfernt wird, so können sich trotzdem im Wassergehalte des Brotes Unterschiede bemerkbar machen, welche bis zu 11 % gehen. Die 44 im Gesundheitsamt angefertigten Mischbrote enthielten zwischen 33,45 und 44,90 %, im Mittel 37,35 % Wasser. Die erkalteten Brote im Gewicht von etwa 2200 g verloren in 10 Tagen bei einer Temperatur von 8 bis 10° C. im Mittel 95 g an Gewicht.

Derartige Zahlen besitzen aber nur einen beschränkten Werth. Nach Mittheilungen von Sonne[1]) ergiebt sich, daß das Austrocknen der verschiedenen Brotsorten durchaus nicht gleichmäßig vor sich geht. Auch bei der gleichen Brotsorte zeigen sich recht erhebliche Unterschiede. Im Allgemeinen giebt Weißbrot etwas rascher einen Theil seines Wassergehaltes an die umgebende Luft ab wie Schwarzbrot. Sonne hat beobachtet, daß dabei ohne Zweifel außer der Mehlsorte auch die Form der Brotlaibe von Einfluß ist, indem die runden Laibe ihrer kleineren Oberfläche wegen weniger leicht

[1]) Gewerbeblatt f. d. Großherzogthum Hessen 1888. Nr. 42.

austrocknen wie lange Laibe. Die angestellten Versuche bestätigen auch die schon längst bekannte Thatsache von Neuem, daß kleine Brote ihren Wassergehalt schneller wie große verlieren.

In der nachstehenden Tabelle II geben wir die Untersuchungsergebnisse der mit den früher genannten Getreidemehlen hergestellten Mischbrote.

Aus derselben sind die Mischungsverhältnisse, in welchen die einzelnen Ersatzstoffe angewendet wurden, die chemische Zusammensetzung des erzielten Brotes, das Verhältniß des Mehlgemenges zu dem daraus erzeugten Teig und Brot, sowie das Volum des letzteren ersichtlich.

Das unter Nr. 1 aufgeführte reine Roggenbrot wurde nur darum gebacken, um die Eigenschaften eines unter bekannten Verhältnissen erzeugten zusatzfreien Brotes mit denjenigen direkt vergleichen zu können, welche die unter Mithülfe des gleichen Materials gewonnenen Mischbrote aufweisen. Der Geschmack und die sonstigen Eigenschaften dieses Roggenbrotes waren in jeder Beziehung normal. Dasselbe war bei Brot Nr. 2 der Fall, welches aus gleichen Theilen Roggen- und Weizenmehl bestand. Da das neue, mit $^2/_3$ Roggenmehl und $^1/_3$ Weizenmehl hergestellte Soldatenbrot schon vorlag, wurde mit dieser Mischung kein Versuch gemacht.

Die Bemühungen, aus reinem Maismehl Brot zu backen, waren nicht erfolgreich. Man erhielt ein sehr schweres, ungenügend poröses, krümeliges Gebäck von nur wenig Zusammenhalt, welches zudem einen eigenthümlich süßlichen, unserem Gaumen wenig zusagenden Maisgeschmack besaß. Da schon die äußere Beschaffenheit die Unbrauchbarkeit eines solchen Brotes zu Ernährungszwecken außer Frage stellte, wurde auf eine eingehende, die chemische Untersuchung umfassende Prüfung verzichtet.

Auch bei dem aus gleichen Theilen Roggen- und Maismehl bestehenden Brote (Nr. 3) trat der Maisgeschmack noch recht bemerkbar in den Vordergrund; dasselbe war auch bei den aus gleichen Theilen weißem Maisgries und Roggenmehl bestehenden Broten Nr. 6 und 9 der Fall. Bei den Broten mit $33^1/_3$ % Mais (Nr. 4, 17 und 10) noch mehr aber bei denjenigen mit 25 % Mais (Nr. 5, 8 und 11) war der Maisgeschmack wesentlich zu Gunsten des Roggengeschmackes zurückgedrängt.

In dem Zusatz von Weizenmehl neben Maismehl zum Roggenmehl ist sowohl in Bezug auf Geschmack wie Porosität ein Vorzug gegenüber der reinen Mais-Roggenmischung sehr bemerkbar; dieses beweisen die unter Nr. 12 und 13 aufgeführten Proben von Brot aus 25 % Roggen-, 25 % Weizen- und 50 % Maismehl. Ein derartiges Gebäck ist einem solchen aus gleichen Theilen Roggen- und Maismehl wesentlich vorzuziehen. Die aus nicht aufgebrühtem Maisgries hergestellten Brote sind weniger zusammenhängend als die aus aufgebrühtem bereiteten und zeigen häufig Klumpen des unveränderten Rohmaterials. Die aus gelbem Mais hergestellten Gebäcke besitzen eine gelbliche Farbe. — Bei den aus nicht entkeimten Mehlen hergestellten Broten macht sich ein Fettgeschmack nicht bemerklich; bei längerer Aufbewahrung wird das Fett jedoch ranzig und ertheilt dem Brot einen sehr unangenehmen Geschmack. Schneidet man die Maisbrote durch, so zeigen sich schon nach kurzer Zeit auf der frischen Schnittfläche Risse, die mit zunehmendem Maisgehalt deutlicher hervortreten und für alle, welche die Maisbrote aus Erfahrung kennen, so charakteristisch

sind, daß man selbst bei einer ihrer Herkunft nach nicht bekannten Brotsorte einen eventuellen Maisgehalt derselben fast immer mit Sicherheit zu erkennen im Stande ist. Im Vergleich zu reinem Roggenbrot oder Roggen-Weizenbrot ist der Geschmack des Maismischbrotes „kurz“ und trocken. Beim Kauen erscheinen die Maisbrote leicht

Tabelle II.

Ergebniß der Untersuchung der Brote.

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Ersatzstoffe für das Roggenmehl	Zusammensetzung des Mehles: Roggenmehl Nr.	Roggenmehl %	Ersatzstoff %	Wasser	In der Trockensubstanz %: Stickstoffsubstanz	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Holzfaser	Asche	100 Theile des Mehlgemenges gaben: Teigmasse	Brot	Backverlust %	Volumen des Brotes: 1 g nimmt den Raum ein von ccm
1	—	I*)	100	0	36,00	11,69	1,36	84,2[illegible]	0,34	2,32	157,5	142,5	9,5	2,190
2	Weizenmehl	I	50	50	37,90	14,38	1,24	81,61	0,30	2,47	157,5	142,8	9,3	2,[illegible]
3	Weißes Maismehl	I	50	50	36,17	10,50	1,34	85,34	0,33	2,49	153,7	134,4	12,4	1,570
4	Desgl.	I	66²/₃	33¹/₃	37,30	11,19	1,40	84,19	0,33	2,95	155,0	137,9	11,5	1,744
5	Desgl.	I	75	25	37,98	11,50	1,38	83,79	0,36	2,97	153,3	136,0	11,2	1,865
6	Weißer Maisgries	I	50	50	33,45	10,81	1,24	84,[illegible]	0,32	2,64	150,0	135,0	10,0	1,[illegible]
7	Desgl.	I	66²/₃	33¹/₃	35,22	11,44	1,37	84,14	0,33	2,72	150,0	134,9	10,0	1,733
8	Desgl.	I	75	25	34,79	11,81	1,27	83,91	0,34	2,67	150,0	133,5	10,8	1,[illegible]
9	Desgl. angequollen	I	50	50	39,01	10,81	1,24	84,[illegible]	0,32	2,64	162,5	143,8	11,5	1,570
10	Desgl.	I	66²/₃	33¹/₃	38,73	11,44	1,27	84,14	0,33	2,72	162,5	143,7	11,6	1,[illegible]
11	Desgl.	I	75	25	37,83	11,81	1,27	83,91	0,34	2,67	162,5	145,6	10,4	1,[illegible]
12	a) Weißes Maismehl und b) Weizenmehl	I	50	a) 25 b) 25	36,72	11,38	1,11	84,[illegible]	0,29	2,66	165,0	144,5	12,4	2,100
13	a) Weißes Maismehl und b) Weizenmehl	I	25	a) 50 b) 25	34,[illegible]	10,[illegible]	1,[illegible]	85,40	0,[illegible]	2,44	162,5	140,8	13,3	1,[illegible]
14	Gelber Maisgries angequollen	I	66²/₃	33¹/₃	34,18	11,51	2,13	82,[illegible]	0,31	2,86	163,5	142,5	12,8	1,776
15	Mehl aus gelbem, nicht entkeimtem Mais	II	60	40	34,[illegible]	10,[illegible]	2,11	83,[illegible]	0,62	2,49	144,0	130,0	10,0	1,[illegible]
16	Desgl.	II	75	25	34,60	10,19	2,00	84,[illegible]	0,49	2,47	148,0	134,0	9,0	1,500
17	Hafermehl	I	66²/₃	33¹/₃	40,74	12,75	3,[illegible]	79,[illegible]	0,85	3,28	160,0	140,6	12,1	1,832
18	Desgl.	I	75	25	39,14	12,56	3,39	80,[illegible]	0,7[illegible]	2,94	160,0	142,6	10,9	1,940
19	Gerstenmehl	I	66²/₃	33¹/₃	40,24	13,94	1,92	80,97	0,60	2,[illegible]	160,0	143,0	10,6	1,897
20	Desgl.	I	75	25	40,10	13,56	1,71	81,[illegible]	0,50	2,37	160,5	145,0	9,6	2,000
21	Sorghohirsemehl	—	0	100	36,40	8,26	4,20	81,44	1,05	5,05	157,5	135,0	14,3	1,250
22	Desgl.	II	50	50	34,76	9,06	2,52	83,71	0,64	3,77	150,0	133,0	11,3	1,706
23	Desgl.	II	66²/₃	33¹/₃	35,60	9,12	2,31	84,[illegible]	0,44	3,20	150,0	133,0	11,3	1,847
24	Desgl.	II	75	25	35,60	9,25	2,01	85,[illegible]	0,[illegible]	2,99	150,0	133,0	11,3	1,833
25	Buchweizenmehl	II	66²/₃	33¹/₃	36,40	8,38	1,36	87,[illegible]	0,72	2,34	150,0	133,0	11,3	1,748
26	Desgl.	II	75	25	36,50	8,69	1,41	86,[illegible]	0,[illegible]	2,69	150,0	133,8	10,8	1,824

*) Vergl. Seite 633.

krümelig; nicht selten beobachtet man in denselben, besonders wenn sie unter Zugabe des feinen Maismehles bereitet wurden, Wasserstreifen, beim Maisgries Klümpchen des unveränderten Rohmaterials. Immerhin ist es aber möglich, wenn man die durch die Erfahrung gesammelten Vorschriften befolgt, sich eine gehörige Durcharbeitung des Teiges nicht verdrießen läßt und nicht mehr als 1/4 höchstens 1/3 Maisgries zusetzt ein Gebäck zu erhalten, welches auch dem deutschen Gaumen nicht widersteht.

Dr. Th. Waage[1]) ist der Ansicht, daß bei einem wirklichen Mangel an Brotgetreide in den hauptsächlich Roggenbrot konsumirenden Staaten diesem ungleich zweckmäßiger durch Einführung eines mit Roggenmehl versetzten Maisbrotes als mit der Verwendung von entbitterten Lupinen, Roßkastanien und Eicheln abgeholfen werde.

König[2]) berichtet, daß K. Bierbaum schon vor Jahren ein Brot, aus 3 Theilen Roggenschrot und 1,5 Theilen Maisschrot hergestellt, untersucht habe. Auch habe er selbst Gelegenheit gehabt, ein von der Hammer Aktienbrotbäckerei in Hamm i. W. dargestelltes und dort Caprivibrot genanntes Brot zu untersuchen, bei dessen Bereitung ein Gemisch von etwa 55 % Weizenmehl, 35 % Roggenmehl und 10 % Maismehl angewendet wird. Er stellt die Zusammensetzung dieser Weizen-, Roggen- und Maismehlbrote in Vergleich zu reinen Weizen- und Roggenbroten tabellarisch zusammen. Wir geben dieselben in Tabelle III wieder, um einen Vergleich derselben mit den im Gesundheitsamt gefundenen Werthen zu ermöglichen.

Tabelle III.

Bezeichnung	Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Zucker	Stickstofffreier Extraktstoff	Holzfaser	Asche	In der Trockensubstanz: Stickstoffsubstanz	Kohlehydrate	Stickstoff
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Feineres Weizenbrot . . .	35,59	7,06	0,46	4,02	52,56	0,32	1,09	10,96	87,79	1,75
Gröberes Weizenbrot . . .	40,45	8,15	0,41	2,08	47,01	0,62	1,22	13,69	82,48	2,19
Roggenbrot	42,27	6,11	0,43	2,31	49,94	0,19	1,46	10,23	85,31	1,69
Pumpernickel	43,42	7,39	1,51	3,25	41,87	0,91	1,42	13,13	79,74	2,15
Roggen-Maisbrot	41,38	7,26	4,18	4,27		2,79	1,42	12,38	73,82	1,99
Weizen-Roggen-Mais-(Caprivi-)Brot . . .	33,27	8,43	0,94	3,39	51,86	1,02	1,09	12,63	82,79	2,02

König erwähnt ferner eines von A. Fieber aus 25 % Mais, 37,5 % Weizen und 37,5 % Roggenmehl unter Zuhülfenahme eines eigenartigen Sauerteiges bereiteten Maisbrotes, welches dem Roggenbrot gleichen, aber dessen Geschmack nicht erreichen soll.

Indem unser Gewährsmann berichtet, daß er die große Schmackhaftigkeit des vorstehend untersuchten sogenannten Caprivibrotes bestätigen könne, welches in der Umgegend von Hamm und auch in Münster mit Vorliebe gegessen werde, nimmt er Veranlassung, den Mais auch zur Brotbereitung zu empfehlen, wenn die Menge des Zusatzes eine mäßige sei.

Nicht uninteressante Angaben über Maisbrot wurden, nach dem Gesundheitsamte vorliegenden Mittheilungen, schon früher von der Hofkunstmühle J. Bienert in Dresden-Plauen gemacht.

[1]) A. a. O. S. 690.

[2]) König: Die Brotfrage a. a. O. S. 190.

Veranlassung zu Versuchen mit Mais gab die schlechte Ernte in Sachsen im Jahre 1855, durch welche der Inhaber genannter Firma Gelegenheit erhielt, viele Tausend Centner Mais für die sächsische Regierung zu vermahlen. Die Produkte, Gries und Mehl, gingen damals nach dem Erzgebirge um die Hungersnoth zu mildern. Schon seit dieser Zeit hat Bienert, wie er berichtet, dem Mais als Brotfrucht seine Aufmerksamkeit geschenkt und durch fortgesetzte Versuche günstige Resultate in Bezug auf Schmackhaftigkeit des mit Maismehl gemischten Brotes erzielt. — Seine Käufer waren von der Beschaffenheit dieser Brote unterrichtet, da sie durch eine Notiz auf den in allen Verkaufsstellen aushängenden Preislisten auf die Mischung hingewiesen wurden.

Auch nach den von dieser Seite gemachten Beobachtungen ist der Zusatz von Maismehl zum Brotbacken beschränkt. Er soll in Mengen von 10—15 % dem Brote einen feinen, nußkernartigen Geschmack, größere Mengen dagegen, z. B. 50 % Maismehl dem Brote einen süßlichen, dem Publikum nicht zusagenden Geschmack verleihen. Ein Mischbrot aus 15 % Weizenmehl, 12 % Maismehl und 73 % Roggenmehl soll in Dresden gern und viel gekauft werden.

Es ist schwer, ein objektives Urtheil über den Geschmack des Maisbrotes zu fällen. Der Berichterstatter hat 5 Tage an Stelle jedes anderen Brotes Roggen-Maisbrot ($33^1/_3$ % weißer Maisgries) genossen ohne Widerwillen zu empfinden; derselbe hat auch zahlreichen Personen, zum Theil ohne sie mit der Beschaffenheit des Gebäcks bekannt zu machen, Kostproben verabreicht. Das allgemeine Urtheil ging dahin, daß das Brot zwar einen süßlichen, vom Roggenbrot abweichenden Geschmack besitze, indessen wohl zu genießen sei. Um weitere Erfahrungen zu sammeln, wurde 30 verschiedenen, gemeinsam verpflegten Personen, welche als Tischler bezw. Möbelpolirer arbeiteten, während 10 Tagen neben warmer Kost an Stelle des üblichen Roggenbrotes Maisbrot, $33^1/_3$ % weißen Maisgries enthaltend, gegeben und zwar 500 g pro Kopf und Mann. 19 derselben, welche eine besonders schwere Arbeit zu thun hatten, erhielten außerdem noch eine tägliche Zulage von 250 g Maisbrot. Auf eine nach Ablauf von 10 Tagen gehaltene Umfrage über die Vorzüge und Nachtheile des Brotes erklärte 1 Person das Maisbrot für entschieden besser und schmackhafter als das bisher genossene Roggenbrot, 10 Personen waren mit dem Maisbrot zufrieden; die eine fand zwar den Geschmack etwas süßlich, die andere das Brot leichter verdaulich und wenig nachhaltend, doch würden diese 10 Personen dasselbe ebenso gern essen, wie das bisherige Roggenbrot. 19 Personen hingegen gaben dem früher verabreichten Roggenbrot entschieden den Vorzug; sie fanden zwar alle das Maisbrot wohlschmeckend, klagten aber einstimmig, daß sie trotz der Brotzulagen nicht das Gefühl des Gesättigtseins hätten.

Bei der Eintheilung des Maisbrotes in die einzelnen Portionen, fiel den damit Beauftragten auf, daß es sich nur schwer in Stücke theilen lasse, weil es leicht krümele. Sie beobachteten auch, daß die Portionen von einem bestimmten Gewicht, z. B. 250 g, im Verhältniß zur gleichen Portion Roggenbrot sehr klein erschienen und daß sich in dem gelieferten Brote viele unaufgequollene und nicht ausgebackene Maisgriesklümpchen zeigten. Es entging ihnen auch nicht, daß es in Stücke geschnitten schnell austrocknete.

Die im Jahre 1892 von den Hüttenverwaltungen der Laurahütte gemachten

Versuche zur Einführung des Maismischbrotes bei den Arbeitern sind laut Nachrichten aus der Tagespresse aufgegeben worden, weil das Brot denselben nicht zusagte.

Das Angeführte mag zur Charakterisirung des Maisbrotes genügen.

Bei uns wenig bekannt dürfte noch die Thatsache sein, daß die Amerikaner den gelben und den weißen Mais verschieden beurtheilen. Nach einem die Unterschiede dieser beiden Maisarten in eingehender Weise besprechenden Aufsatz „Facts about Corn“[1]) giebt man in Amerika dem gelben Mais den Vorzug, wenn es sich um Viehfutter zu Mastzwecken und zur Herstellung von Branntwein handelt, während man den weißen hauptsächlich zur menschlichen Nahrung empfiehlt. Auch als Futter für Thiere, welche starke Arbeit leisten müssen, soll der weiße Mais geeigneter sein.

Die im Gesundheitsamte gebackenen Haferbrote zeigten sich als von dunklerer Farbe und ließen deutlich den Geschmack des Hafers erkennen. Dieselben dürften unserem Gaumen in dieser Form nicht angenehm sein.

Die Gerstenbrote besaßen keinen Geschmack, welcher auf ihren Gehalt an Gerstenmehl Rückschlüsse erlaubte. Sie waren von sehr guter Beschaffenheit, vielleicht etwas „trockener“ wie Roggenbrot.

Dasselbe kann von dem Buchweizenbrot gesagt werden. Wie König[2]) mittheilt, wird das in der Krupp'schen Fabrik verwendete s. g. Paderborner Brot aus folgendem Gemisch hergestellt: 270 kg Roggenvorschußmehl, 100 kg Weizenmehl, (2. Sorte) und 2 kg Buchweizenmehl neben 6 kg Salz, 1 l Oel und 6 kg Sauerteig. In diesem Gemisch macht allerdings das Buchweizenmehl nur einen geringen Bestandtheil aus.

Das Brot aus Sorghohirsemehl, allein bereitet, giebt nur ein unansehnliches, sehr leicht zerbrechliches, krümeliges Brot von dunkelgrauer Farbe und im Uebrigen von keineswegs unangenehmem, vielleicht trockenem und etwas bitterem Geschmack. Die Gestaltung des Teiges ist wegen seines geringen Zusammenhanges mit Schwierigkeiten verknüpft. Diese schwindet mit abnehmendem Gehalt an Duramehl, so daß das Mischbrot mit 25% davon sich, abgesehen von seiner graueren Farbe, kaum vom Roggenbrot unterschied. In gleichem Verhältniß verbessert sich auch der Geschmack. Mischbrot mit $33^1/_3$, mehr noch mit 25% Duramehl ähneln hierin dem Gersten- und Buchweizenbrot.

Es wurde schon vorher mitgetheilt, daß der Direktor der Spritfabrik Geldern, Herr Voigt, dem Gesundheitsamte über Backversuche berichtete, welche er mit Darimehl angestellt hat.

Er verwandte dasselbe anfangs im Gemisch mit über 50% Roggen- oder Weizenmehl, doch ging er später mit seinem Zusatz auf $^1/_3$% herab, weil auch er beobachtet hatte, daß das zu halb und halb gebackene Brot ein wenig kurz und bröckelig war. Wie der genannte Herr mittheilt, ist das Brot längere Zeit in seinem Haushalte gern gegessen worden und hat auch den Beifall Anderer gefunden, welche Kostproben davon erhielten. Leider sind die von Herrn Voigt dem Gesundheitsamt eingesandten Proben von Daribrot in nicht mehr gutem Zustande in Berlin angekommen, so daß von einer chemischen

[1]) The Corn-Miller. Vol. IX. Indianopolis. Ind. No. II Januarheft 1892. S. 4.

[2]) König, Die Brotfrage rc. S. 192.

Untersuchung desselben abgesehen werden mußte. Da indessen dieselben Proben an Herrn Prof. Dr. König in Münster i. W. gegangen sind, geben wir nachstehend in Tab. IV den von dem letztern mitgetheilten analytischen Befund.[1])

Tabelle IV.

Bezeichnung	Wasser %	Stickstoffsubstanz %	Fett %	Zucker %	Dextrin %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	In der Trockensubst. Stickstoffsubstanz %	Kohlehydrate %	Stickstoff %
Darimehl	13,30	8,16	2,72	0,15	0,11	69,16	4,30	1,90	9,41	80,08	1,50
Brot aus 2/3 Roggen- und 1/3 Darimehl	37,43	7,55	1,78	5,04	1,86	41,72	1,95	2,69	12,06	77,70	1,93
Brot aus 1/2 Roggen und 1/2 Darimehl	39,42	7,15	2,38	3,78	2,02	41,03	1,80	1,97	11,80	77,29	1,88

Ueber den Nährwerth der Mischbrote aus Getreidemehlen.

Wie bekannt, bietet die chemische Analyse allein zwar gewisse Anhaltspunkte für die Beurtheilung eines Nahrungsmittels im Hinblick auf seinen Nährwerth, dieselben sind aber keineswegs von abschließender Bedeutung. Die Art der Ausnutzung der Nährstoffe im Organismus kann nur auf chemisch-physiologischem Wege mit Sicherheit festgestellt werden. Solchen Versuchen konnten die vom Gesundheitsamte angefertigten Gebäcke bisher leider nicht unterworfen werden, weil es dazu mit Rücksicht auf andere dienstliche Verpflichtungen an den nöthigen Hülfskräften gebrach. Sie müssen der Zukunft vorbehalten werden. Immerhin kann in den meisten Fällen durch Heranziehung der von anderen kompetenten Stellen gemachten Erfahrungen ein richtiges Urtheil über den Nährwerth der fraglichen Erzeugnisse abgegeben werden.

Was insbesondere denjenigen eines bestimmten Brotes betrifft, so ist derselbe u. A. abhängig von der physikalischen Beschaffenheit desselben. Ein kleiefreies Brot wird anders verdaut als ein kleiehaltiges. Indessen wollen wir Verhältnisse dieser Art im Nachstehenden nicht näher erörtern, vielmehr uns wesentlich an die chemische Seite der Frage halten.

Von diesem Gesichtspunkt aus ist das Weizenmehl wegen seines bedeutenden Klebergehaltes das nahrhafteste und zugleich das verdaulichste. In zweiter Linie steht das Roggenmehl, zu welchem sich das Hafer- und das Gerstenmehl gesellen.[2]) Mais und Dura bezw. Dari sind am stickstoffärmsten.

Schon Ritthausen[3]) hat bei der Untersuchung der Albuminate des Mais gefunden, daß aus demselben kein kleberartiger Körper abgeschieden werden könne, was schon

---

[1]) König, Die Brotfrage S. 191.

[2]) Ueber die Proteïne oder Albuminoïde des Hafers vergl. Thomas B. Osborne: Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 24. Jahrg. 1891. Referate S. 972. Eine eingehende Besprechung der Bedeutung des Hafers für die Ernährung von Dr. A. Kühner findet sich in der Zeitschrift „Gesundheit“ Bd. 17, Nr. 10, S. 149 u. Nr. 11, S. 166.

[3]) Journal für prakt. Chem. CVI. S. 471.

Stupf vor ihm beobachtet hatte. Neuere Untersuchungen über diesen Gegenstand sind von Thomas B. Osborne[1]) angestellt, welche die von Ritthausen gemachten Erfahrungen erweitern.

Hierdurch erklärt sich der geringe Zusammenhalt des Teiges aus reinem Maismehl, die Schwierigkeiten bei dessen Verbacken und Aufbewahren. Besonders charakteristisch ist der hohe Gehalt des Maises an fetten Oelen. Mit entkeimtem, d. h. zum Theil entfettetem Mais, geht auch ein Theil der Stickstoffsubstanz den Zwecken der Ernährung verloren; nicht entkeimter Mais liefert ein fettreiches, darum aber auch der Verderbniß leichter ausgesetztes Gebäck. Aus dem Vergleich des Stickstoffgehaltes der Maiskörner mit demjenigen des Maismehles ergiebt sich, daß derselbe in dem letzteren geringer ist.

Die Frage, ob der amerikanische Mais in seiner durchschnittlichen Zusammensetzung von dem Mais anderer Herkunft unterschieden ist, hat H. W. Wiley[2]) auf Grund von 948 Analysen amerikanischen Maises in verneinendem Sinne beantwortet. Derselbe verglich seine analytischen Ergebnisse mit den Zusammenstellungen von König und von Wolff und fand keine erheblichen Unterschiede.

Ausnutzungsversuche mit Maisbrot liegen, soweit diesseits ermittelt werden konnte, in der Literatur nicht vor. Im Allgemeinen sind die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Maisbrote einerseits, und der Roggen- bezw. Weizenbrote andererseits nicht so erheblich, daß man sie nicht unter sich für ziemlich gleichwerthig ansehen kann. Die Thatsache, daß in Nordamerika die Fütterung mit Mais als Ursache der reichlichen Fleischerzeugung angesehen wird, spricht für den Nährwerth des Maises, ebenso die Versuche, die sowohl Rubener wie Malfatti hinsichtlich der Ausnutzung der Polenta angestellt haben und welche sich als günstig bezeichnen lassen.

Die Beziehung der Maisnahrung zur Pellagra ist früher ausführlich besprochen worden.

Hinsichtlich des Dura- und Darigetreides sind uns Angaben über deren Nährwerth auf Grund von Ausnutzungsversuchen nicht bekannt.

Jedenfalls zeichnen sie sich durch einen geringen Gehalt an Stickstoffsubstanz aus. Der Mangel an Kleber ist die Ursache, warum sich bei dem Verbacken der Teigbildung Schwierigkeiten entgegenstellen und das Brot nur sehr geringen Zusammenhalt besitzt. Daß indeß auch diesem Getreide ein Nährwerth nicht abzusprechen ist, zeigt sein ausgebreiteter Verbrauch in Afrika und Syrien.

Obgleich der geringe Gehalt des Buchweizenmehles an Stickstoffsubstanz dasselbe nicht gerade zu einem Nahrungsmittel ersten Ranges stempelt, darf es als solches doch nicht unterschätzt werden. Sein auch auf schlechtem Boden und in kaltem Klima mögliches Gedeihen sind Vorzüge, welche manche Nachtheile vortheilhaft ausgleichen.

---

[1]) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1892, Heft 9, Referate S. 436; ebenda Heft 16, Referate S. 811.

[2]) Dr. H. W. Wiley: The food value of maize.

Hülsenfrüchte und ihre Verwendung zur Brotbereitung.

Hülsenfrüchte dienten bereits im Alterthum als theilweiser Ersatz für Getreidemehle im Brote. Schon im Anfang dieses Jahrhunderts hat Schwerz[1]) die Verwendung von Erbsen als Zusatz zum Brotmehl im Verhältniß von $^5/_6$ Roggen und $^1/_6$ Erbsen mit dem Bemerken empfohlen, daß die Mischung ein gutes und nahrhaftes Brot gebe.[2]) Wie Stohmann mittheilt,[3]) erhält man nun zwar bei dem gewöhnlichen Backverfahren ein dichtes, schweres Brot, das schon nach kurzer Zeit altbacken, trocken und spröde wird, indessen haben Versuche ergeben, daß eine Mischung von $^2/_3$ Roggenmehl mit $^1/_3$ Erbsen- oder Bohnenmehl ein poröses, lockeres Brot liefert, wenn man auf 100 kg des Mehles 3 kg Salz hinzugiebt. Diese verhältnißmäßig große Salzmenge hat sich durch die Praxis als nothwendig herausgestellt. Wahrscheinlich wirkt sie in der gleichen Weise, wie dies von Dr. Mats Weibull[4]) für den Kleber des Roggenmehles angenommen wird, und zwar so, daß auch hier die wässerige Kochsalzlösung einen für die poröse Beschaffenheit des Brotes nothwendigen löslichen Eiweißstoff ausfällt. Durch reichlichen Salzzusatz wird auch die Verdaulichkeit der Proteinstoffe erhöht.[5])

Wie Stohmann ferner berichtet, wurden außer von ihm auch noch von vielen anderen Seiten Versuche mit Bohnenmischbrot, und zwar mit gleich gutem Erfolg angestellt. Solche Brote hielten sich längere Zeit saftig und mild und waren in Bezug auf Lockerheit von reinem Roggenbrot nicht zu unterscheiden.

Diese Thatsachen wurden den Interessenten durch die Mißernte des Jahres 1891 von Neuem ins Gedächtniß gerufen.[6]) So theilt Bücking in Hof-Geisberg bei Wiesbaden mit, daß er neuerdings bei seinen Versuchen mit Hülsenfruchtmehl gute Erfolge aufzuweisen gehabt habe. Er verwandte ein Gemenge von $^1/_6$ Erbsen und $^5/_6$ Korn und erhielt bei vorsichtigem Backen unter reichlichem Zusatz von Salz ein Brot, welches hoch geworden, locker, ohne jeden Beigeschmack war und länger frisch blieb als solches, welches Gerste enthielt.

Günther-Wismar empfahl zu dem gleichen Zweck die Peluschke (Coronilla), von welcher man dem Centner Roggen bis zu 20 Pfund zusetzen könne.

In Belgien backt man dem Brot schon seit langer Zeit des Mehl der Pferdebohne (Vicia faba) bei, welches unter dem Namen „Kastormehl" im Handel vorkommt. Dasselbe soll sich, namentlich wenn das Getreide feucht eingeerntet ist, sehr gut bewähren, jedoch soll man selten mehr als 5% davon anwenden. Die Hefezellen entwickeln sich, wie hervorgehoben wird, reichlich, wodurch das Brot lockerer und somit auch leichter verdaulich wird, als ohne diesen Zusatz. Ein Gleiches soll in der Gegend von Köln stattfinden, wo man nach Berichten dem Roggenmehl 20% Kastormehl zusetzt und ein Schwarzbrot von auffallendem Wohlgeschmack erzielt.

[1]) Ackerbau und Viehzucht, Berlin 1882, Parey. S. 400.
[2]) Deutsche landwirthschaftl. Presse 1891 S. 819.
[3]) Zeitschr. d. landwirthschaftl. Centralvereins für die Provinz Sachsen 1867 S. 145.
[4]) Chemikerzeitung 1893 S. 501.
[5]) Vergl. Stutzer, Zeitschr. f. angewandte Chem. 1892 S. 450.
[6]) Deutsche landwirthsch. Presse 1891 S. 869.

Nicht weniger wird in einigen Theilen Süddeutschlands, in Baden, Württemberg, den Reichslanden Kastormehl vielfach dem Getreidemehl, und zwar ebenfalls in verhältnißmäßig geringen Mengen von 3—5 % zugesetzt. Man schreibt dem letzteren auch in jenen Gegenden eine gute Wirkung auf minderwerthiges Mehl, z. B. aus den nassen Jahrgängen zu. Sein hoher Klebergehalt ermöglicht es, aus einem Mehl, dessen Kleber seine Elastizität in Folge der Einwirkung von Nässe verloren hat, oder aus Mehl, dessen Kleber überhaupt, wie z. B. bei dem in Württemberg vielfach angebauten Spelt, sich zum Verbacken weniger eignet als gutes Getreidemehl, noch ein brauchbares Brod zu liefern. Dies scheint indessen nicht immer der Fall zu sein, denn aus den Akten eines im Jahre 1889 in Baden verhandelten Strafprozesses geht hervor, daß in einem besonderen Falle ein Zusatz von nur 3 % Kastormehl zum Weizenmehl ein schlechtes Gebäck zur Folge hatte.

Nach dem Gesundheitsamte gewordenen Mittheilungen klagen die Müller, vornehmlich Rheinlands und Westfalens, vielfach darüber, daß mit Kastormehl versetzte Getreidemehle sehr häufig im Handel vorkommen und betrügerischer Weise als reine Getreidemehle verkauft werden. In Süddeutschland haben gegen Müller, welche solche Mischungen unter Verschweigung dieses Umstandes in den Verkehr brachten, gerichtliche Verhandlungen stattgefunden. In Württemberg (Amtsgericht Ulm) sind 1881 drei auf Grund des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes wegen Verfälschung des Brotmehles mit 2—4 % Kastormehl Angeklagte freigesprochen worden. Dagegen haben in Baden (Landgericht Offenburg) 1884 und in Bayern (Amberg) 1887 aus Anlaß eines ähnlichen Thatbestandes Verurtheilungen stattgefunden.

Auffallender Weise war längere Zeit die Meinung verbreitet, das Kastormehl übe gesundheitsschädliche Wirkungen aus. Abgesehen davon, daß in der Literatur kein einziger Fall aufgeführt ist, welcher einer solchen Ansicht zur Grundlage dienen könnte, beweist der in manchen Theilen Deutschlands weit verbreitete Genuß des Gemüses aus „dicken Bohnen" das Gegentheil.

Das Mehl der Futterwicke (Vicia sativa) ist ebenfalls als Zusatz zu Getreidemehlen bei dem Brotbacken empfohlen.

Neuerdings findet auch die von den Japanern so hochgeschätzte Sojabohne (Soja hispida) in andern Ländern immer mehr Eingang und wird auch zur Brotbereitung empfohlen. Ein nach Angaben des Dr. Menudier daraus hergestelltes Brot wurde von Joulie[1]) untersucht. Derselbe fand, daß das Sojabrot in Bezug auf stickstoffhaltige Nährprodukte das Weizenbrot um das Doppelte übertrifft und zehnmal soviel Fett, wie dieses enthält, während es nur den fünften Theil von in Zucker umgewandelten Stärkesubstanzen aufweist. In Folge dieser seiner Beschaffenheit ist das Brot zur Diät von Zuckerkranken geeignet. Bei einer weiteren Einbürgerung der Frucht in unsere Heimath dürfte dieselbe sich aber auch wohl zur Erzielung nahrhafter Mischbrote für die Massenernährung eignen.

Manche Hülsenfrüchte, zu welchen die Lupinen gehören, sind als solche direkt zur menschlichen Nahrung nicht geeignet, dagegen hat man vielfach Versuche ausgeführt,

[1]) Vierteljahrsschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. Berlin, Julius Springer, VI. Jahrg. 3. Heft S. 341.

welche ihre Herrichtung zu solchen Zwecken im Auge hatten. So ließ sich u. A. neuerdings Soltsien[1]) ein Verfahren patentiren, um die Lupinen zu entbittern. Er empfiehlt ein aus 1 Th. entbitterten gemahlenen Lupinen mit 2 Th. Roggenmehl und Sauerteig in gewöhnlicher Weise gebackenes Brot, wobei er besonders den hohen Gehalt des Lupinenmehls an Proteïnstoffen und seine damit zusammenhängende Nährkraft sowie seine Billigkeit hervorhebt.

Auch Waage[2]) berichtet über die Verwendung von entbitterten Lupinen (sowie von Roßkastanien und Eicheln) zur Brotbereitung, die er für sehr wohl möglich, aber nur unter ganz besonderen Verhältnissen für empfehlenswerth hält. Eine große Verbreitung scheinen solche Erzeugnisse bisher auch nicht gefunden zu haben, da man im täglichen Verkehr fast gar nichts von ihnen hört.

Eine eigenthümliche Verbindung von Cerealien und Leguminosenmehl mit Braunschweiger Mumme (Malzextrakt) stellt das kürzlich nach Dr. Degeners Vorschrift hergestellte „Dr. Paul Degeners Kraftbrot“ dar, welches von der Firma Theodor Mirow in Braunschweig in den Handel gebracht wird und sich auch auf der Leipziger Ausstellung für Hygiene ꝛc. im Jahre 1892 befand.

König[3]) theilte die nachstehenden Ergebnisse seiner Analyse dieses Erzeugnisses mit:

Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Zucker	Dextrin	Sonstige stickstofffreie Stoffe	Rohfaser	Asche	In der Trockensubstanz: Stickstoffsubstanz	In der Trockensubstanz: Zucker und Dextrin	In der Trockensubstanz: Sonstige stickstofffreie Stoffe
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
30,75	11,27	0,23	3,42	11,07	38,90	1,57	2,74	16,24	20,63	56,45

Er hebt den hohen Gehalt des Brotes an Zucker und Dextrin, sowie denjenigen an Stickstoffsubstanz hervor, der rund 1/3 mehr betrage als der gewöhnliche des Weizen- oder Roggenbrotes; auch rühmt er den guten und feinen Geschmack sowie die große Haltbarkeit des Brotes.

Die Versuche des Gesundheitsamtes erstreckten sich auf Erbsenmehl und Kastormehl.

Das Erbsenmehl hatte in 100 Theilen folgende Zusammensetzung:

Wasser	11,34	
Stickstoffsubstanz	28,25	in der Trockensubstanz.
Fett	2,09	in der Trockensubstanz.
Stickstofffreie Extraktstoffe	65,39	in der Trockensubstanz.
Holzfaser	0,95	in der Trockensubstanz.
Asche	3,32	in der Trockensubstanz.

Aus diesem Mehl wurden 2 Brote gebacken. Brot 1 aus einer Mischung von 2/3 Roggenmehl (I) und 1/3 Erbsenmehl, Brot 2 aus 3/4 Roggenmehl (I) und 1/4 Erbsenmehl.

---

[1]) Archiv d. Pharm. XXIV. S. 682.

[2]) A. a. O. S. 687.

[3]) Die Brotfrage a. a. O. S. 192.

Die chemische Analyse ergab in 100 Theilen folgende Zusammensetzung:

	Brot 1	Brot 2	
Wasser	34,59	38,58	
Stickstoffsubstanz	17,13	15,94	in der Trockensubstanz
Fett	1,50	1,43	in der Trockensubstanz
Stickstofffreie Extraktstoffe	77,40	78,90	in der Trockensubstanz
Holzfaser	0,51	0,42	in der Trockensubstanz
Asche	3,46	3,31	in der Trockensubstanz
100 Theile des Mehlgemisches gaben:			
Teigmasse	162,5	163,0	
Brot	143,5	144,5	
Backverlust (Prozente)	11,7	11,4	
Volum: 1 g entspricht ccm	1,780	2,000	

Beide Brote waren gleichmäßig durchgebacken und hinreichend porös. Sie hatten im Uebrigen einen guten, etwas an das Surrogat erinnernden Geschmack, welcher naturgemäß bei Brot 2 weniger hervortrat als bei Brot 1.

Das Kastormehl wurde zu den Versuchen herangezogen, um zu erproben, ob durch dasselbe thatsächlich für sich wenig backfähiges Mehl von ausgewachsenem Roggen in bemerkenswerther Weise verbessert werde.

Wie bekannt, wächst das Getreide unter ungünstigen Verhältnissen aus und erleidet dabei weitgehende chemische Veränderungen, welche im Einzelnen u. A. von Günther[1]) verfolgt worden sind.

Die Untersuchung zeigt, daß die Eiweißstoffe löslicher geworden sind; das Dextrin hat sich vermehrt und außerdem sind beträchtliche Mengen löslicher Extraktivstoffe entstanden. Die aus Milchsäure und Spuren von Ameisensäure bestehenden Säuren des Mehles nehmen zu. Die Gesammtmenge der Eiweißstoffe ist dieselbe geblieben, der Verlust trifft, neben dem Fett in geringem Grade, hauptsächlich die Stärke.

Aus welchen Gründen erklärt sich nun bei einer solchen Beschaffenheit die geringe Backfähigkeit des Mehles aus ausgewachsenem Getreide, welches bei dem in gewöhnlicher Weise ausgeführten Backverfahren, sog. schliffiges, d. h. festeres und schwerer verdauliches Brot liefert?

Die malzähnlichen, leichter löslichen und leichter angreifbaren Bestandtheile des Mehles von ausgewachsenem Getreide verflüssigen die Gesammtmasse schneller, als dies unter normalen Verhältnissen geschieht. Es wird die nothwendige Vertheilung der durch die Gährung entstehenden Kohlensäure verhindert, welche größtentheils entweicht, ohne vorher ihre Aufgabe zu erfüllen und den Teig zu lockern.

Man hat auf verschiedene Weise versucht, diesem Uebelstande zu begegnen.

Wie bei der Gährung im Allgemeinen, geht auch bei der Gährung des Brotteiges der Zucker in Alkohol und Kohlensäure über und da bei dem ausgewachsenen Getreide schon Stoffe entstanden sind, welche mehr und schneller Zucker geben und

[1]) Mittheilungen aus dem pharm. Instit. u. Laborat. f. angewandte Chemie der Universität Erlangen von A. Hilger. 1889. S. 13.

gerade diese besonders die Verflüssigung der Masse bewirken, so hat man schon früher gefunden, daß eine längere oder beschleunigte Gährung derartigen Brotteiges diese Theile beseitigt, d. h zersetzt, sodaß dann ein dem normalen Brote ganz ähnliches Gebäck entsteht. Man hat daher bei Verwendung von Mehl aus ausgewachsenem Getreide zu Backzwecken vorgeschlagen, die Säuerung des Brotteiges mit einer größeren Menge oder besonders stark gährendem Sauerteig vorzunehmen, die Wärme beim Säuern etwas zu steigern; auch wurde gerathen, etwas gährendes Bier, also Hefe in besonderer Gestalt, oder Hefe als solche in kleinen Mengen hinzuzufügen. Ferner sollen die Brote nicht zu schwer, etwa 2 kg, sein, damit sie sich vollständiger ausbacken lassen.

Man hat weiter noch einen Zusatz von Kochsalz zu dem Mehl des ausgewachsenen Roggens empfohlen, ein Vorschlag, der, rein aus der Praxis hervorgegangen, durch die von Weibull[1]) gegebenen Mittheilungen als durchaus zweckentsprechend angesehen werden muß.

Liebig rieth, die Backfähigkeit eines aus weniger gutem Mehl bereiteten Brotteiges durch Zusatz von Kalkwasser (1 kg kalt gesättigtes Kalkwasser auf 5 kg Mehl) zu verbessern. Da das angegangene und das aus ausgewachsenem Getreide hergestellte Mehl leicht viel Säure enthält, weil es im Verhältniß zu normalen Produkten viel leichter zur Säuerung geneigt ist, haben die auf Neutralisation der übermäßigen Säure beruhenden Vorschläge Liebigs bei ihrer praktischen Ausführung sehr gute Resultate gegeben. Trotzdem hat sich die Kalkwasserbehandlung in der Praxis nicht eingebürgert.

Ein weiterer Vorschlag geht, wie schon erwähnt, dahin, durch einen geringen Zusatz von Kastormehl die Mängel des ausgewachsenen Getreides zu verbessern.

Das zu den Versuchen des Gesundheitsamtes von einer rheinischen Firma bezogene Kastormehl hatte folgende Zusammensetzung in 100 Theilen:

Wasser	14,75	
Stickstoffsubstanz	34,69	in der Trockensubstanz.
Fett	0,78	
Stickstofffreie Extraktstoffe	59,75	
Holzfaser	1,21	
Asche	3,57	

Die chemische Zusammensetzung des Mehles aus ausgewachsenem Roggen ist in Tab. I unter Nr. 4 (S. 635) aufgeführt.

Zunächst wurde des Vergleichs halber ein Brot aus reinem ausgewachsenen Roggen gebacken (Nr. 1), sodann ein solches aus einer Mischung von Roggenmehl mit 5 % Kastormehl (Nr. 2) und ein weiteres mit 20 % Kastormehl (Nr. 3).

Die chemische Analyse ergab in 100 Theilen folgende Zusammensetzung:

	Brot 1	Brot 2	Brot 3	
Wasser	36,00	35,80	34,40	
Stickstoffsubstanz	10,56	11,81	15,44	in der Trockensubstanz.
Fett	1,59	1,50	1,32	
Stickstofffreie Extraktstoffe	84,48	82,86	79,75	
Holzfaser	0,96	0,83	0,59	
Asche	2,41	3,00	2,90	

[1]) Chemiker-Zeitung 1893; 23. April Nr. 29. S. 501.

100 Theile des Mehles gaben:

Teigmasse	145,0	146,0	145,0
Brot	133,0	132,0	130,0
Backverlust (Prozente) . . .	8,3	9,6	10,4
Volum: 1 g entspricht ccm .	1,581	1,600	1,770

Das reine Roggenbrot hatte eine bräunliche Farbe, war ziemlich porös und besaß einen schwach süßlichen Geschmack. Das Gebäck mit 5 % Kastormehl glich dem vorher beschriebenen durchaus, so daß eine verbessernde Wirkung desselben nicht erkennbar war. Ob eine solche bei anderen Roggenmehlen, welche aus weniger stark ausgewachsenem Korn hergestellt sind, mehr hervortritt, ist nicht weiter durch Versuche festgestellt worden. Das Brot mit 20 % Kastormehl war in Bezug auf Porosität, Geschmack und Farbe von ganz guter Beschaffenheit.

Die Mehle der Leguminosen zeichnen sich gegenüber den Getreidemehlen durch einen hohen Gehalt an Eiweißstoffen aus und besitzen daher einen größeren Nährwerth wie letztere. Diesem Vortheil steht der Nachtheil gegenüber, daß sowohl die Kohlehydrate wie die Eiweißstoffe der ersteren von den Verdauungsorganen nur schwer aufgenommen und ausgenutzt werden.

Die Kohlehydrate der Cerealien werden zu 95 bis 98 % verdaut, während bei den Hülsenfrüchten nur zwischen 82 bis 94 % davon zur Ausnutzung kommen. In noch höherem Grade, ist dies bei der Stickstoffsubstanz der Fall, von welcher die Cerealien 82 bis 92 % an den Organismus abgeben, während bei den Hülsenfrüchten nur 67 bis 82 % davon aufgenommen werden.

Uebrigens kommt es bei dieser Frage sehr auf die Beschaffenheit der Leguminosen und die Art ihrer Zubereitung an.

So genoß Strümpell[1]) Leguminosenmehl einmal mit sonstigen Zuthaten in der Form von Kuchen, ein anderes Mal ungemahlene Linsen, welche nur in Wasser gequollen und dann gekocht worden waren. Hierbei ergab sich, daß im ersteren Falle 91,8 % im letzteren Falle aber nur 59,8 % der Stickstoffsubstanz verdaut wurden. Vielleicht dürfte es sich, soweit Brot in Frage kommt, empfehlen, den sogen. aufgeschlossenen Leguminosenmehlen den Vorzug zu geben oder sonst durch Verwendung sehr fein gemahlener Mehle für eine größere Verdaulichkeit zu sorgen.

Die Verwendung von Kartoffeln, Kartoffelstärke und Magermilch in der Brotbäckerei.

„Man hat, um das Brot wohlfeiler zu machen, vorgeschlagen, dem Brotteig Kartoffelstärkemehl oder Dextrin, Reis, Rübenmark, ausgepreßte rohe Kartoffeln oder gekochte Kartoffeln zuzusetzen“.

„Kartoffelstärkemehl, Dextrin oder Rübenmark geben eine Mischung, deren Ernährungswerth dem der Kartoffeln gleich oder noch niedriger ist, aber die Verwandlung des Getreidemehles in eine den Kartoffeln oder dem Reis gleichwerthige Nahrung wird niemand eine Verbesserung nennen können. Die wahre Aufgabe ist: die Kartoffeln, den Reis dem Weizenmehl in dessen Wirkung ähnlich oder gleich zu machen und nicht

[1]) Centralblatt f. d. mediz. Wissenschaften 1876, S. 47.

umgekehrt; es bleibt unter allen Umständen besser, die Kartoffeln abgekocht aus der Hand zum Brot zu essen, ihr Zusatz zum Brot sollte geradezu des unvermeidlichen Betruges wegen polizeilich verboten werden . . .“ Mit diesen Worten beurtheilt der Meister der Chemie, Liebig, in seinen chemischen Briefen[1]) auf Grund der ihm seinerzeit vorliegenden Erfahrungen eine Frage, welche wir heute in Folge wesentlicher Fortschritte in Theorie und Praxis anders ansehen müssen und dabei sicher sein können, daß unsere Auffassung den Beifall des großen Chemikers finden würde, wenn er noch lebte.

Zunächst soll nun hier die Verwendung des Stärkemehls für sich, sodann sein Gebrauch in Verbindung mit Magermilch erörtert werden.

Die Frage der Benutzung von Kartoffelstärkemehl zu Backzwecken ist, nachdem sie längere Zeit geruht hatte, in den letzten Jahren von Neuem durch Delbrück und Zuntz[2]) in Fluß gekommen. In der Generalversammlung des Vereins der Stärke-Interessenten in Deutschland am 28. Februar 1890 berichtete der erstere über die Frage: Wie bewährt sich das Verbacken des Stärkemehles mit Roggen- oder Weizenmehl? Der letztere hatte sich eine Darlegung der Verhältnisse zum Gegenstand genommen, welche auf den Nährwerth mit Stärke bereiteter Nahrungsmittel bezüglich sind.

Auf Anregung von Schulze-Sammenthin hat Delbrück, wie er ausführte, in Gemeinschaft mit Saare praktische Backversuche mit Kartoffelstärke gemacht. Es wurden unter Zusatz von 10 % davon „Berliner Semmeln“ gebacken, welche im Geschmack kaum von den mit reinem Weizenmehl hergestellten zu unterscheiden waren. Aehnliche, von anderer Seite gemachte Versuche beweisen nach dem Vortragenden gleichfalls, daß Kartoffelmehl zur Herstellung von Roggenbrot wohl verwendbar ist und man dergestalt ein wohlschmeckendes, lockeres, kräftiges Landbrot erzielen kann.

Redner hob hervor, daß eine solche Ausdehnung in der Verwendung der Kartoffelstärke für die Fabrikation derselben von wesentlicher Bedeutung sein würde. Legt man die Ermittelungen des Jahres 1888/89 zu Grunde, so ergiebt sich ein Gesammtverbrauch von rund 6,4 Millionen Tonnen (à 1000 kg) Getreide, Weizen- und Roggenmehl. Wenn man nun annimmt, daß nur die Hälfte der aus obigen Mengen erzeugten Backwaare unter Zusatz von 10 % Stärkemehl hergestellt worden sei, so würde bei einer jährlichen Produktion von 3 000 000 Tonnen diese ganze Menge in ihrem vollen Umfange aufgebraucht werden. Zugleich gab Delbrück zwei Vorschriften für die Bereitung von Roggenbrot, von welchen die eine ausschließlich die Benutzung von Roggenmehl und Kartoffelstärke im Auge hat, die andere zudem noch Magermilch oder Buttermilch verwendet wissen will.[3])

---

[1]) Chemische Briefe von Justus Liebig, III. Auflage. Heidelberg, C. F. Winter 1851 S. 545.

[2]) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1891, Ergänzungsheft S. 10—13.

[3]) Diese Vorschriften lauten: Erstes Recept: 16 Pfund feines Roggenmehl und 4 Pfund Kartoffelmehl werden trocken zusammengemengt, 4—5 Pfund davon zum Auskneten zurückbehalten und das andere mit 6 l Wasser, Magermilch oder Buttermilch, auf 30—35 ° R. erwärmt, zu einem Brei gerührt, wozu noch eine Hand voll Salz und 100 g in kaltem Wasser angerührte Hefe gethan werden. Dann wird tüchtig Mehl darüber gestreut, der Teig warm zugedeckt und an einen warmen Ort zum Aufgehen gestellt. Wenn Abends gegen 10 Uhr angesäuert, wird der Teig Morgens 5 Uhr ausgeknetet, zugedeckt und nach 1 ½ Stunden zu Brot geformt, in den Ofen geschoben und in einer Stunde gar gebacken.

Der Vorstand des Vereins Deutscher Stärkefabrikanten hat sich in Erwägung dieser Umstände veranlaßt gesehen, eine Eingabe an den Königl. Preußischen Herrn Kriegsminister zu richten und ihn darauf aufmerksam zu machen, ob nicht von der Verwendung des Stärkemehls bei der Ernährung der Armee Gebrauch gemacht werden könnte. Berechnet man, welche Mengen Korn dazu nöthig sind, so ergeben sich nach den von dem Vorstand ermittelten Zahlen 94 000 Tonnen Brotkorn. Wenn man davon 10 % durch Stärkemehl ersetzte, so würde das, wie Delbrück hervorhebt, für das Reich allein eine Ersparniß von 0,9 % sein und eine Million Mark ausmachen.

Die Einführung des Kartoffel-Stärkemehls als theilweiser Bestandtheil des zur Armeeverpflegung und Volksernährung im Allgemeinen dienenden Brotes kann selbstverständlich nur befürwortet werden, wenn die Nährkraft eines solchen Gebäckes eine nach allen Seiten hin ausreichende ist. Diese Frage wurde von Zuntz auf derselben Versammlung eingehend erörtert.

Redner wies darauf hin, daß die früher von Voit und Pettenkofer zu 137 g gegebene Quote als Durchschnitt des Eiweißumsatzes des normalen Menschen durch Versuche von Pflüger und einigen jüngeren Forschern auf eine unter 100 g liegende Menge herabgesetzt worden sei; bei einzelnen Personen sei etwas über 100, bei anderen kaum 60 g Eiweiß umgesetzt worden. Es hätten weitere Untersuchungen gezeigt, daß der menschliche Körper schon mit 50 g Eiweiß normal und leistungsfähig erhalten werden könne, wenn die Menge der Gesammtnahrung, also die Summe von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten eine gewisse, durch die Erfahrung festgesetzte Höhe beibehalte.

Es sei nun nicht möglich, die Nahrungsmenge, welche zur Erhaltung des Körpers nöthig ist, in Form eiweißarmer Nahrung in größerer Menge zuzuführen, weil dann der Magen dieselbe nicht ausnutze. Andererseits beeinflusse auch die Einschließung der Nährstoffe in Zellenwände von Rohfasern und verwandten Stoffen die Ausnutzung in sehr erheblicher Weise. Da nun die Stärke vollkommen verdaulich sei, wenn sie nicht zu voluminös oder in behindernder Weise eingeschlossen sei, so werde es möglich sein, ein unter Zusatz von Stärke nach der Delbrück'schen Vorschrift hergestelltes Brot in solchen Mengen zu genießen, daß der Eiweißbedarf gedeckt, die Stärke aber auch vollkommen ausgenutzt werde. Es seien dies Mengen von 1200—1300 g.

Diese Menge enthalte 65 g Eiweißkörper, von denen nach den Untersuchungen Rubners über die Ausnutzung derartigen Brotes über 50 g wirklich in die Säftemassen übergehen würden.

Eine solche Beschaffenheit, so führt Zuntz weiter aus, liege allerdings an der untersten Grenze des Zulässigen. Das Brot würde daher, sofern es als einziges Nahrungsmittel in Betracht komme, ein ungenügendes sein. Man könne aber dem mit Stärkezusatz bereiteten Brot einen dem Eiweißgehalt des reinen Brotes gleichen Gehalt hieran dadurch verleihen, daß man den Teig statt mit Wasser mit Magermilch ansetze. Für

---

Zweites Recept: Zu 150 Pfund Roggenmehl werden 30 Pfund Kartoffelmehl (prima) verbacken. Beim Einsäuern werden 30 Pfund Kartoffelmehl und ca. 70 l warmen Einsäurewassers und soviel Roggenmehl zugesetzt, daß eine breiige Masse entsteht. Nach 8—9 Stunden des Säuerns wird beim Kneten das übrige Roggenmehl verbraucht. Der Teig bleibt dann bei 15 ° R. Temperatur zum Aufgehen 2½—3 Stunden stehen, worauf die Brote geformt und in den Ofen geschoben werden. Auf diese Weise entsteht ein lockeres, kräftiges Landbrot.

Herstellung von 100 kg Brot seien 75 kg Mehl und 50 kg Wasser erforderlich. Wenn man das Wasser durch die gleiche Menge gut centrifugirter Milch mit einem Gehalt von etwa 3 % Eiweiß, 0,3 % Fett, und 5,3 % Milchzucker ersetze, so würde man nicht nur das durch den Stärkezusatz verursachte Deficit decken, sondern sogar einen Ueberschuß erhalten und außerdem auf 100 g Brot 2,64 g des vollkommen verdaulichen Milchzuckers und 0,15 g Fett gewonnen haben.

Die Grundlagen dieses Gutachtens, welches der Vortragende seinerzeit lediglich unter Anlehnung an Literaturangaben abgab, fand in späteren Untersuchungen, welche er mit Magnus-Levy[1]) anstellte, bis zu einem gewissen Grade Bestätigung. Beide fanden neben andern hier nicht näher zu besprechenden Ergebnissen, daß auch sehr eiweißarme Kost vom menschlichen Darmkanal so gut ausgenutzt werde, daß im Zusatz von Stärkemehl zum Brot keine Schädigung der Nährwirkung desselben zu erkennen sei. Trotzdem warnen sie auf Grund der Versuche von Munk und Rosenheim[2]) davor, daß man mit der Beschränkung des Eiweißgehaltes der Nahrung zu weit gehe.

Hierzu dürfte, soweit nur Getreidemehl und Stärkemehl in Frage kommen, Folgendes zu bemerken sein.

Die hervorragende Bedeutung des Brotes beruht wesentlich auf seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit. Die innige Vereinigung von Kohlehydraten und Eiweißsubstanzen, und zwar der leicht verdaulichen, durch den Backprozeß chemisch und physikalisch veränderten Stärke einerseits und des gleichfalls durch die Zubereitung nicht unwesentlich veränderten Klebers andererseits verleihen dem Brot seinen großen Werth.

Durch andere Zusätze erhält dieser gewissermaßen natürliche und von Alters her bewährte Charakter des Brotes stets eine Aenderung. Ersetzt man nun einen Theil des Körnermehls durch Kartoffelstärke, so wird zwar der Gehalt des Brotes an Kohlehydraten erhöht, derjenige an Eiweißsubstanzen aber nicht unwesentlich herabgedrückt. Der Nährwerth des Brotes ist, abgesehen von den Salzen und dem Fett, abhängig von diesen beiden Nährstoffen. Die durch den Zusatz der Kartoffelstärke bewirkte Herabsetzung des Eiweißgehaltes muß deshalb stets als eine Verminderung des Nährwerthes bezeichnet werden. Dieser Verlust wird um so größer sein, je mehr Kartoffelstärke hinzugesetzt würde.

Das Brot verliert dadurch seinen Charakter als ausreichendes Nahrungsmittel, indem es zu einem mehr oder weniger einseitigen herabsinkt.

Allerdings ist durch neuere Untersuchungen über die Ernährung des Menschen, insbesondere unter Berücksichtigung derjenigen Völker und Stämme, welche hauptsächlich von Pflanzenkost leben, festgestellt worden, daß der Mensch bei genügender Zufuhr von Kohlehydraten und Fetten weniger Eiweiß zur Erhaltung seines Körpers auf seinem Bestande bedarf, als man nach früher darüber angestellten Ermittelungen anzunehmen geneigt war. Gleichwohl wäre es durchaus verfrüht, schon jetzt feste Zahlen für das jedem Menschen zu gewährende Mittelmaß an Eiweißstoffen aufzustellen. Sehr

[1]) Beiträge zur Kenntniß der Verdaulichkeit und des Nährwerthes des Brotes. Biedermann's Centralblatt 1892 S. 18. Pflüger's Archiv Bd. 49, 1891, S. 440.

[2]) Archiv f. Anat. u. Physiol. (Physiolog. Abtheilung) 1891. S. 341.

wahrscheinlich bestehen in dieser Beziehung Unterschiede, welche von den Rassen der Völker, der Beschäftigungsweise und Anderem abhängig sind. Ein Grund, dem weniger eiweißhaltigen Kartoffelstärkebrot das Wort zu reden, darf aus diesen neuesten Ergebnissen der Ernährungslehre nicht entnommen werden.

Der Berichterstatter muß darauf verzichten, diese Behauptung hier eingehender zu begründen. Solchen Lesern, welche sich eingehender mit dieser Frage beschäftigen wollen, möge das Studium der ausführlichen Abhandlung von Emmanuel Munk: „Ueber die Folgen einer ausreichenden, aber eiweißarmen Nahrung. Ein Beitrag zur Lehre vom Eiweißbedarf."[1]) empfohlen werden. Unter Anlehnung an die einschlägige Literatur und Benutzung der Ergebnisse weiterer eigener Versuche kommt Munk im wesentlichen zu folgendem Ergebniß: Er habe sich schon vor 2 Jahren über die Eiweißnorm folgendermaßen geäußert: „Demgemäß erscheint es vollauf begründet, die Eiweißration des Erwachsenen von mittlerem Gewicht (70 kg) und bei mäßiger Arbeit bis auf 100 g herabzusetzen. Daß diese Ration für die Dauer genügt, ist durch die Erfahrung sicher gestellt. Andererseits ist es noch nicht bewiesen, daß ein Erwachsener auf die Dauer mit 50—60 g Eiweiß pro Tag ausreicht. Die bisherigen Versuche zeigen nur, daß der Körper eine kurze Zeit lang sich auch bei einer so geringen Eiweißzufuhr auf dem stofflichen Gleichgewicht erhalten kann, nicht aber, daß die Gesundheit und Widerstandsfähigkeit sowie die Leistungsfähigkeit bei steter Zufuhr so geringer Eiweißmengen keinen Schaden leiden." Dann fährt Munk fort: „Wer diese Sätze erschüttern will, muß dagegen Thatsachen vorbringen, davon ist aber bei keinem unter den Vertretern der niedrigen Eiweißnorm etwas zu entdecken. Somit wird es bis auf Weiteres bei einem Satze von rund 100 g Eiweiß sein Bewenden haben."

Dazu kommt noch eine andere Erwägung: der Nährwerth des Brotes wird durch die Vermehrung seines Wassergehaltes herabgesetzt.

Bekanntlich ist gerade die verkleisterte Kartoffelstärke im Stande, große Wassermengen in sich aufzunehmen. Es besteht daher die Gefahr, daß durch den Stärkemehlzusatz der Gehalt der Backwaare an Wasser über das zulässige Maß erhöht werde.

Je höher aber der Wassergehalt des Brotes steigt, desto leichter kann dasselbe verschimmeln oder anderen, durch Mikroorganismen hervorgerufenen Zersetzungen anheimfallen.

Die Herabsetzung des Eiweißgehaltes hat aber möglicherweise noch einen anderen Nachtheil im Gefolge. Die schwammige, poröse Beschaffenheit des Brotes ist für seine Leichtverdaulichkeit von großer Bedeutung. Je weniger diese Eigenschaften vorhanden sind, um so schwerer können die verschiedenen Verdauungsprozesse auf das genossene Brot ihre Einwirkung entfalten. Das Brot verdankt sein lockeres Gepräge wesentlich seinem Gehalt an Kleber, welcher durch seine Zähigkeit und Elastizität das Zustandekommen der zahllosen Höhlungen beim Aufgehen des Brotteiges ermöglicht und deren Wandungen stützt. Es ist deshalb zu bedenken, ob nicht durch Verringerung des Klebergehaltes in Folge des vorgeschlagenen Stärkezusatzes diese wünschenswerthe physikalische Beschaffenheit des Brotes wesentlich beeinflußt wird. Für diesen Fall wird

[1]) Virchow's Arch. f. path. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Med. Bd. 132. Heft 1. 1893 S. 91 ff.

auch die Schmackhaftigkeit und die Ansehnlichkeit der Backwaare eine Einbuße erleiden, was natürlich zu Ungunsten des Stärkezusatzes in die Wagschale fallen müßte. Der weiter unten näher zu besprechende Zusatz von Magermilch dürfte, trotz ihres Gehaltes an Eiweiß, den letztgerügten Uebelstand zu beseitigen nicht im Stande sein, denn die Eiweißstoffe der Milch verhalten sich physikalisch durchaus nicht wie der Kleber, können daher denselben nach dieser Richtung hin keineswegs ersetzen.

Dies führt uns zu der Frage, ob die Magermilch, welche heute bei dem so ausgebreiteten Betrieb von Centrifugen in großen Mengen als Nebenprodukt auftritt, nach anderen als der vorher erwähnten Richtung hin die natürlichen Eiweißstoffe des Mehls zu vertreten im Stande ist.

Bekanntlich wird schon seit sehr langer Zeit zu manchem Gebäck, unter anderem den sogenannten Milchbroten, frische, vielleicht auch in gewöhnlicher Weise abgerahmte Milch benutzt. Der Nährwerth dieser Erzeugnisse ist in Folge höheren Eiweißgehaltes, sowie eines Gehaltes an Milchzucker und Fett ein größerer als derjenige des nur mit Wasser bereiteten Brotes.

In neuerer Zeit hat man nun der Verwerthung der Magermilch besondere Aufmerksamkeit geschenkt und neben anderen Vorschlägen auch den gemacht, sie bei der Brotteigbereitung an Stelle des Wassers zu verwenden. Man hoffte, so aus einem Abfallprodukt ein vortreffliches und billiges Nahrungsmittel direkt für die Volksernährung zu erzeugen.

Die Magermilch ist selbstverständlich nicht so frisch als die unveränderte, selbst als die etwas abgerahmte Milch, sie wird vielmehr stets älter sein und schon deswegen, zumal sie für die meisten Mikroorganismen ein äußerst günstiger Nährboden ist, weit mehr Bakterien und Pilze enthalten, als die frische Milch.

Mithin ist es von vornherein vom theoretischen Standpunkte nicht unbedenklich, diese Magermilch als regelmäßigen Zusatz zu empfehlen, zumal die Milchbrote nicht die hohe Ofenhitze vertragen, wie die Wasserbrote.[1])

Diesem Uebelstand kann allerdings durch den gleichfalls gemachten Vorschlag wirksam begegnet werden, daß man die noch leichter als gewöhnliche Milch säuernde Centrifugenmilch vor ihrer Benutzung sterilisirt. Hierdurch werden die Nachtheile, welche in der Einwirkung der Mikroorganismen ihre Ursache haben, wirksam beseitigt.

Es unterliegt im Uebrigen keinem Zweifel, daß der Nährwerth des Brotes, auch des Stärkebrotes, durch Verwendung der Magermilch erhöht wird. Aus Analysen, welche G. Sartori[2]) von unter sonst gleichen Verhältnissen zum Theil mit Magermilch, zum Theil mit Wasser hergestellten Broten ausführte, ergab sich für die unter Anwendung centrifugirter Milch bereiteten Gebäcke ein Mehr von 1,19 Stickstoffverbindungen gegenüber dem Wasserbrot in der bei 100° getrockneten Substanz.

Sollte es, nach dem Vorschlag Alexander Müllers, gelingen, die centrifugirte und im Vacuum eingedampfte Milch zu Backzwecken zu verwenden, so würde der Eiweißgehalt des Brotes noch mehr gesteigert werden können.

[1]) Vergl. Vierteljahrsschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 5. Jahrg. 1890, 3. Heft S. 303.

[2]) Vierteljahrsschrift 2c. IV. Jahrgang, 2. Heft 1889 S. 167.

Zweifellos verdient das mit Magermilch bereitete Stärkebrot vor dem ohne diesen Zusatz gebackenen den Vorzug, wie dies auch von Zuntz eingeräumt wird.

Ein Nachtheil des mit Milch erzeugten Brotteigs liegt in der Einwirkung der Hefe auf denselben. Er säuert wegen des vorhandenen Milchzuckers leichter als der Wasserteig und liefert ein derbes Gebäck. Diesem Nachtheil sucht Alexander Müller dadurch zu begegnen, daß er an Stelle der Hefe das Liebig'sche Verfahren (Zusatz von Salzsäure und doppeltkohlensaurem Natron) bei der Teigbereitung angewendet sehen will.

Die Berliner Firma Bolle hat längere Zeit die ihrem Betriebe entstammenden Molken zur Erzeugung von „Molkenbrot" verwendet, indessen scheinen diese Brote jetzt nicht mehr im Verkehr zu sein. Die Magermilch bildet auch den Bestandtheil eines als „Dauernahrung" bezeichneten Gebäcks des Stabsarztes Dr. Lübbert und des Korpsstabsapothekers Dr. Schneider in Dresden, mit welchem der Berichterstatter gelegentlich seines Besuches der Leipziger Ausstellung vom rothen Kreuz ꝛc. im Jahre 1892 bekannt wurde. Im Gesundheitsamte wurde ein Mischbrot aus Roggenmehl mit 20% Stärkemehl (Brot 1) und Wasser, sowie ein solches aus der gleichen Mehlmischung mit Magermilch (Brot 2) gebacken. Die Kartoffelstärke enthielt in 100 Theilen:

Wasser	16,77	
Stickstoffsubstanz	2,94	in der Trockensubstanz.
Fett	0,04	in der Trockensubstanz.
Stickstoffreie Extraktstoffe	96,68	in der Trockensubstanz.
Holzfaser	—	in der Trockensubstanz.
Asche	0,34	in der Trockensubstanz.

Sie zeigte also einen verhältnißmäßig großen Gehalt an Stickstoffsubstanz.

Die Magermilch hatte in 100 Theilen:

Wasser	90,33	
Stickstoffsubstanz	34,06	in der Trockensubstanz.
Fett	4,69	in der Trockensubstanz.
Stickstoffreie Extraktstoffe	53,07	in der Trockensubstanz.
Asche	8,18	in der Trockensubstanz.

Die Analyse der Brote gab folgende in Prozenten ausgedrückte Zahlen:

	Brot 1.	Brot 2.	
Wasser	38,40	39,42	
Stickstoffsubstanz	10,44	11,13	in der Trockensubstanz.
Fett	1,17	1,30	in der Trockensubstanz.
Stickstoffreie Extraktstoffe	85,15	84,11	in der Trockensubstanz.
Holzfaser	0,31	0,35	in der Trockensubstanz.
Asche	2,93	3,11	in der Trockensubstanz.

100 Theile des Mehlgemisches ergaben:

	Brot 1.	Brot 2.
Teigmasse	150,0	156,0
Brot	134,8	137,0
Backverlust (Prozente)	10,1	12,2
Volum: 1 g entspricht ccm	2,150	2,100

Sowohl das mit Wasser als das mit Magermilch erbackene Stärkebrot war von guten, dem reinen Roggenbrot ähnlichen äußeren Eigenschaften. Ein Zusatz von 20 % Stärke hatte bei den Versuchen den Stickstoffgehalt des Brotes um 0,28 % herabgedrückt, aber schon ein Zusatz von 6 l Magermilch zu 16 kg Roggenmehl (I) und 4 kg Kartoffelstärke genügte, um die Stickstoffmenge wieder auf diejenige des normalen Roggenbrotes zu erhöhen. Der Wassergehalt beider Brotarten ist ein ziemlich hoher, was sich aus dem früher bezüglich der Bindekraft der Stärke für Wasser Gesagten erklärt.

Neben Kartoffelstärke wird auch die Kartoffel selbst als theilweiser Ersatz für Mehl zum Brotbacken verwandt.

Dies geschieht in den vornehmlich Kartoffel bauenden Gegenden unseres Vaterlandes seitens der weniger bemittelten Bevölkerung, aber auch in Süddeutschland, wo kartoffelhaltige Weizenbrötchen als „Kartoffelküchle“ feilgehalten werden, und in Ungarn, wo dem aus Roggenmehl bereiteten Schwarzbrotteig ein Zusatz von gekochten Kartoffeln gegeben wird. Fortwährend kommen noch neue hierher gehörige Vorschläge, so neuerdings von einem französischen Landwirth, Namens Eug. Mouline, in Vals les Bains (Ardèche), welcher nach der Zeitschrift „La Nature“, davon ausgehend, daß der Transport der Kartoffeln durch ihren bis 75 % betragenden Wassergehalt ungebührlich vertheuert wird, ein Verfahren erfunden hat, die Kartoffeln zu dörren und das Produkt, mit Weizen- oder Roggenmehl vermischt, zu Brot zu verarbeiten. Die Kartoffeln werden zerrieben oder zerquetscht und unter eine Presse gebracht, welche ihnen den größten Theil des Wassers entzieht. Nachdem man den so erhaltenen Kuchen zerkleinert hat, bringt man das Mehl in einen Ofen, wo es ziemlich stark erhitzt wird. Die Temperatur darf aber nicht so hoch steigen, daß die Stärke in Dextrin übergeführt wird. Das Produkt ist nun versendungsfähig. Es kann roh als Viehfutter, sowie zur Suppenbereitung verwendet werden, am besten ist es aber, es zu vermahlen und das Mehl im Verhältniß bis zu 50 % mit Roggenmehl zu einem Brot zu verarbeiten, welches dem Roggenbrot ähnlich und sehr verdaulich sein soll.

Mouline glaubt, daß das Brot in den Jahren, wo die Getreideernte einen Ausfall aufweist, den Fehlbetrag decken helfen würde.

Bei den Versuchen des Gesundheitsamtes wurden außer Roggenmehl rohe und gekochte Kartoffeln mit und ohne Zusatz von Magermilch zu Teig verarbeitet.

Die rohen Kartoffeln, welche durch das Schälen etwa 30 % verlieren, fanden ungeschält, doch gut gewaschen, Verwendung. Die gekochten Kartoffeln, welche, wie die Analyse ergab, durch das Kochen keine erhebliche Gewichtseinbuße erleiden, wurden vor ihrer weiteren Verarbeitung von der Schale, deren Gewicht etwa 16 % ausmachte, befreit.

Der hohe Wassergehalt der Kartoffel (im Mittel 75 %) gegenüber demjenigen des Roggenmehls (im Mittel 12 %) zwingt dazu, das gewöhnliche Backverfahren zur Herstellung von Kartoffelbrot je nach den gewünschten Resultaten verschieden zu modifiziren.

Das Wasser der rohen Kartoffeln, welches nicht an Stärke gebunden ist, nimmt als solches bei der Teigbereitung Theil. Während man bei den übrigen Backverfahren

aus 20 kg Mehl etwa 30 kg Teigmasse erzeugt, wurden bei der Herstellung von Brot unter Heranziehung roher Kartoffeln bereits durch den Verbrauch von 17,5 kg Roggenmehl und 12,5 kg (41,6 %) zerriebenen Kartoffeln (welche letztere Menge den größtmöglichsten Zusatz darstellt), jene 30 kg Teigmasse erreicht, so daß ein besonderer Zusatz von Wasser ausgeschlossen war. Aus diesem Grunde mußte man auch zur Säuerung von 6 kg Roggenmehl an Stelle des Wassers 7 kg zerriebene Kartoffeln in Anwendung bringen. Was von letzteren übrig blieb, genügte zur Herstellung einer geeigneten Teigmasse.

Wie schon angedeutet ist die Möglichkeit der Kartoffelbeigabe zum Teig eine begrenzte. Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei einem Zusatz von mehr als 41,6 % die Teigmasse eine sehr feste Konsistenz haben muß, wenn man ein Brot von normalem Wassergehalte erzielen will. Die ersten Versuche, bei welchen dieser Umstand nicht beachtet wurde, geben hiervon durch den höheren Wassergehalt des Brotes Zeugniß.

Anders verhalten sich die gekochten Kartoffeln. In diesen ist die Stärke durch das Wasser verkleistert und mit letzterem verbunden. Das Mehl wird daher beim Vermischen mit gekochten Kartoffeln so wenig befeuchtet, daß man fast gerade so viel Wasser zur Herstellung eines äußerlich brauchbaren Teiges nothwendig hat, wie bei reinem Getreidemehl.

Hierbei hat sich nun die Thatsache herausgestellt, daß, wenn man einen gleich hohen Prozentsatz wie bei den rohen Kartoffeln, nämlich 41,6 %, zu Teig verarbeitet, dieser während des Backens zerfließt. Die Stärkekörner zerplatzen dabei, verändern sich auch chemisch, das vorher gebunden gewesene Wasser wird zum Theil wieder frei und übt die erwähnte ungünstige Wirkung aus. Daher mußte bei gekochten Kartoffeln der Zusatz auf 25 % der Teigmasse beschränkt werden.

Bei dem Zusatze gekochter Kartoffeln muß der Teig in noch höherem Maße wie bei dem Zusatz roher Kartoffeln von fester Konsistenz sein, denn sonst übersteigt der Wassergehalt des Brotes den normalen in bemerkbarer Weise.

Der durch den Kartoffelzusatz verminderte Stickstoffgehalt des Teiges kann auch hier durch Zugabe von Magermilch wieder erhöht werden. Will man dieselbe verwenden, so muß man aus vorher dargelegten Gründen bei Benutzung roher, zerriebener Kartoffeln von diesen vorher stets soviel Kartoffelwasser durch Abgießen entfernen, als man nachher Milch zuzusetzen beabsichtigt.

Die mitverbackene Schale der rohen Kartoffeln verleiht dem Brote eine graue Farbe. Diese läßt sich nicht vermeiden, wenn man nicht einen Schälverlust von etwa 30 % mit in den Kauf nehmen will. Das im noch warmen Zustande zerbrochene Kartoffelbrot besitzt einen wenig angenehmen Geruch nach Kartoffeln. Beim Erkalten verschwindet derselbe fast ganz und ist auch durch den Geschmack kaum bemerkbar.

Im Interesse der chemischen Verhältnisse ist zu bemerken, daß die Magermilch dieselbe war, welche bei der Herstellung der Stärkebrote gedient hatte.

Die Analyse der rohen Kartoffeln mit der Schale (1) und der gekochten von der Schale befreiten Kartoffeln (2) ergab, daß die entsprechenden Proben in 100 Theilen enthielten:

	(1)	(2)	
Wasser	75,00	75,20	
Stickstoffsubstanz	7,91	11,88	in der Trockensubstanz.
Fett	0,21	0,18	
Stickstofffreie Extraktstoffe	85,24	81,79	
Holzfaser	1,94	1,48	
Asche	4,67	4,67	

Von den nachstehenden Broten ist Nr. 1 aus 58⅓ % Roggenmehl und 41⅔ % rohen Kartoffeln unter Zusatz von Wasser hergestellt.

Nr. 2 mit 58⅓ % Roggenmehl und 41⅔ % rohen Kartoffeln ohne Zusatz von Wasser zum Teig.

Nr. 3 aus 58⅓ % Roggenmehl und 41⅔ % rohen Kartoffeln mit Magermilch.

Nr. 4 mit 75 % Roggenmehl und 25 % gekochten Kartoffeln.

Nr. 5 mit 75 % Roggenmehl und 25 % gekochten Kartoffeln mit Magermilch.

Die Analyse der Brote ergab in 100 Theilen:

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	
Wasser	44,90	34,54	42,00	40,90	39,50	
Stickstoffsubstanz	10,56	10,00	11,69	10,38	11,50	in der Trockensubstanz.
Fett	1,25	1,01	1,30	1,29	1,34	
Stickstofffreie Extraktstoffe	83,97	85,17	83,14	84,33	83,43	
Holzfaser	1,02	0,83	0,99	0,53	0,63	
Asche	3,20	2,99	2,88	3,47	3,10	
100 Theile des Mehlgemisches ergaben:						
Teigmasse	118,0	101,0	118,0	143,0	143,0	
Brot	104,0	89,3	105,0	120,0	121,0	
Backverlust: (Prozente)	11,9	11,6	11,0	16,0	15,4	
Volum: 1 g entspricht ccm	1,740	1,750	1,740	2,210	2,310	

Hinsichtlich des Nährwerthes der Kartoffelbrote gilt im Großen und Ganzen das bei den Stärkebroten Gesagte; auch hier hat man es in der Hand, durch Zusatz von Magermilch oder anderen proteïnreichen Substanzen den durch die Kartoffel herabgeminderten Eiweißgehalt wieder zu erhöhen. Ueber einen Versuch, dies mit Hülfe von Erdnußmehl zu bewirken, soll später berichtet werden.

Von allen im Gesundheitsamte gebackenen Mischbroten fanden die Kartoffelbrote, insbesondere die unter Zugabe von gekochten Kartoffeln hergestellten, wegen ihrer Lockerheit und ihres Wohlgeschmackes den ungetheiltesten Beifall Aller, welche Kostproben davon erhalten hatten. Selbst die mitverbackene Schale hat in dieser Beziehung an dem Urtheil Nichts geändert.

An dieser Stelle möge nicht unerwähnt bleiben, daß es nach Ansicht des Schreibers dieser Zeilen wohl interessant wäre, Backversuche mit den Wurzelknollen der Stachys tuberifera anzustellen. Diese ursprünglich in Japan heimische, zu der Familie der Labiaten gehörende Pflanze hat sich schon seit einiger Zeit auf dem europäischen Festlande Eingang verschafft. In Frankreich kommen die kartoffelähnlichen Knollen unter

dem Namen Crosnes du Japon auf den Markt, bei uns in Deutschland sind damit gleichfalls gelungene Kulturversuche gemacht worden. Dank der Untersuchungen von Stromer und Stift[1]) sind wir sowohl über ihre Zusammensetzung wie ihren Nährwerth unterrichtet. Die Knollen besitzen einen hohen Stickstoffgehalt und keine Stärke, sondern an deren Stelle ein „Stachyose" genanntes Kohlenhydrat.

Der Wassergehalt der Knollen beträgt 78 %. In der Trockensubstanz befinden sich: Stachyose 63,5 %, Eiweiß 5,3 %, Stickstoffhaltige Nichteiweißsubstanzen 14,7 %.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich der höhere Nährwerth gegenüber der Kartoffel ohne Weiteres. Zudem sollen die Knollen auch viel leichter verdaulich sein.

Aleuronat als Bestandtheil von Mischgebäcken.

Bei der Fabrikation von Weizenstärke gewinnt man den im Weizenkorn enthaltenen Kleber als Abfall in säuerlichem Zustande, in der Form von vergohrener „Schlempe" oder „Sauerwasser". Da diese Fabrikationsrückstände frisch einen wenig angenehmen Geschmack besitzen und sich sehr leicht weiter zersetzen, hat man sie meist zur Bodendüngung und Viehfütterung verwendet oder in die Form eines Leims übergeführt, welcher in der Schuhfabrikation zum Härten der Schäfte und Kappen benutzt wird. Es leuchtet ein, daß die letztere Art der Verwendung in Anbetracht der, wie wir nachher sehen werden, allgemein anerkannten Nährkraft des Klebers vom volkswirthschaftlichen Standpunkte aus als rationell nicht bezeichnet werden kann. Seine Benutzung in der Landwirthschaft kommt, wenigstens indirekt, der menschlichen Ernährung zu Gute.

Das Bestreben, den Kleber stickstofffreien oder stickstoffarmen Nahrungsmitteln beizugeben, um ihre Nährkraft auch hinsichtlich des Eiweißbedürfnisses des Organismus zu erhöhen, scheiterte lange Zeit an der Unmöglichkeit, das leicht zersetzbare Material in eine haltbare und zur Vermischung mit anderen Nahrungsmitteln geeignete Form überzuführen. Dies ist indessen in den letzten Jahren durch die Bemühungen des Fabrikanten von Weizenstärke Dr. J. Hundhausen in Hamm wesentlich anders geworden.

Der Erfinder nennt den Weizenkleber in der von ihm hergestellten Beschaffenheit Aleuronat (aleuro-natum), um damit an seine Herkunft aus dem dem Weizenmehl entstammenden Eiweißstoff des Samenkorns (botanisch auch aleuron genannt) zu erinnern.

Das Bestreben Hundhausens war darauf gerichtet, an Stelle der bisherigen klebrigen Präparate ein Eiweißmehl von nicht adhärenter und nicht cohärenter Natur zu schaffen und dasselbe in Form eines Zusatzes zu anderen stickstoffärmeren oder stickstofffreien Nahrungsmitteln der Ernährung dienstbar zu machen.

Ueber die Einzelheiten des bei der Herstellung des Präparates eingehaltenen Verfahrens erhalten wir in der zur Zeit schon recht umfangreichen Literatur keinen genauen Aufschluß. Auch eine hierauf bezügliche, seitens des Gesundheitsamtes an den Erfinder gerichtete Anfrage wurde von diesem nur in allgemeinen Zügen beant-

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1892. Nr. 8 Referate S. 38 b.

wortet. Dies mag mit dem Umstand zusammenhängen, daß dem Erfinder der gesetzliche Schutz eines Patentes nicht zur Seite steht, und erscheint, in diesem Lichte gesehen, das Bestreben Hundhausens, seine Fabrikation durch Geheimhaltung vor der Ausbeutung durch Andere zu schützen, als ein durchaus erklärliches.

In den dem Gesundheitsamt gemachten Mittheilungen schreibt der Genannte Folgendes: „Der Herstellungsprozeß ist eigentlich nur eine geschickte, auf dieses bestimmte Ziel (d. h. der Gewinnung des Aleuronats in der von dem Fabrikanten gewünschten Beschaffenheit) hingeleitete Trocknung, bei welcher

1. die sonst regelmäßig sehr leicht eintretende Zersetzung der feuchten Masse vermieden und ein Präparat von Wohlgeschmack und unbegrenzter Haltbarkeit und

2. ein incohärentes, vielseitig anwendbares und leicht verdauliches Mehl erzielt wird. Hauptsächlich ist rasche und saubere Verarbeitung durch Maschinen und Einrichtungen erforderlich."

Physikalische und chemische Beschaffenheit des Aleuronats. In der Literatur finden sich mehrfache Angaben über die Untersuchung des Aleuronats, u. A. von A. Constantinidi[1]) und von Dr. C. Kornauth.[2]) Das Gesundheitsamt hat selbst Gelegenheit gehabt, 2 Proben Aleuronat zu prüfen. Letztere stellen ein trockenes, graues oder gelblich weißes geruch- und geschmackloses Pulver dar. Das mikroskopische Bild zeigt unregelmäßige Haufen, in welchen vereinzelte Stärkekörner bemerkbar sind. Von organischen Elementen waren neben geringen Mengen von Kleie die charakteristischen Weizenhaare deutlich erkennbar.

In der nachstehenden Tabelle sind die von Constantinidi, von Kornauth sowie die im Gesundheits-Amt gefundenen analytischen Werthe neben einander gestellt.

Da ersterer seine Zahlen auf das bei 100° getrocknete Aleuronat berechnet hat, die von Kornauth und dem Gesundheitsamt ermittelten Werthe sich auf das Präparat in lufttrockenem Zustande beziehen, mußten, um einen Vergleich zu ermöglichen, neben den an den beiden letztgenannten Stellen gefundenen, für das lufttrockene Präparat maßgebenden Zahlen zugleich diejenigen gestellt werden, welche das Ergebniß der Umrechnung für ein bei 100° getrocknetes Aleuronat ausdrücken.

Im Interesse einer besseren Uebersichtlichkeit sind die unter sich zu vergleichenden Zahlen **fett** gedruckt.

	Constantinidi 100°	Kornauth		Gesundheitsamt I.		Gesundheitsamt II.	
		lufttrocken	100°	lufttrocken	100°	lufttrocken	100°
Wasser	—	5,93	—	6,89	—	8,13	—
Stickstoff	**13,77**	12,95	**13,76**	13,47	**14,47**	13,16	**14,32**
Rohprotein	**82,6**	80,94	**86,04**	84,18	**90,40**	82,25	**89,53**
Rohfett	**0,27**	1,24	**1,32**	1,60	**1,72**	1,55	**1,69**
Rohfaser	**0,45**	0,06	**0,06**	0,27	**0,29**	0,26	**0,28**
Stärke	**7,01**	5,70	**6,06**	4,60	**5,16**	5,32	**5,79**
Zucker	—	—	(Spuren)		—	—	—
Sonstige stickstofffreie Stoffe	—	5,32	5,67	—	—	—	—
Asche	**0,78**	0,81	**0,81**	1,01	**1,08**	1,03	**1,12**

[1]) Zeitschrift für Biologie 1887. Neue Folge V. S. 436.

[2]) Sonderabdruck aus dem österreichischen landwirthschaftlichen Centralblatt, herausgegeben von Dr. Ernst Kramer. Jahrg. I. S. 2.

Diese Zahlen stimmen mit Rücksicht darauf, daß man es mit einem technischen Produkt und zwar mit Proben desselben von verschiedenen Fabrikationsperioden zu thun hat, in befriedigender Weise überein. Man wird nicht fehl gehen, wenn man bei Nährwerthberechnungen einen Gehalt des Aleuronats an Pflanzeneiweiß von 82—84% zu Grunde legt. Hundhausen nimmt davon einen Mindestgehalt von 80% an. Wenn derselbe bis zu 90%[1]) gefunden worden ist, so muß man, nach den gemachten Erfahrungen, annehmen, daß diese Zahl sich auf das bei 100° getrocknete Präparat bezieht.

Ueber die Natur der im Aleuronat vorkommenden Eiweißstoffe erhalten wir durch Kornauth[2]) näheren Aufschluß. Das Pflanzeneiweiß besteht in 100 Theilen aus:

Peptonen	0,67
Albumin	1,34
Hemialbumosen	1,04
Pflanzencaseïn	96,94.

Die Gesammtmenge des in Alkohol löslichen Theiles beträgt 4,02%.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, daß das Aleuronat nahezu vollständig aus den sogenannten Kleberproteïnstoffen, hauptsächlich aus Pflanzencaseïn besteht. Die geringe Menge von Peptonen, welche sich darin finden, sind wahrscheinlich während der Fabrikation entstanden.

Verwendung des Aleuronats zur Herstellung von Nahrungsmitteln. Nachdem man durch die Fortschritte der Ernährungslehre zur Kenntniß der Rolle gekommen ist, welche die einzelnen Nährstoffe bei der Erhaltung des Körpers und seinem Bestande spielen, hat man auch der Bedeutung der pflanzlichen und thierischen Eiweißstoffe eingehende Beachtung geschenkt. Auf diesem Gebiete ist schon früher Liebig bahnbrechend vorausgegangen. In seinen chemischen Briefen[3]) berührte er die Thatsache, daß in England jährlich viele tausend Centner des feinsten und besten Weizenmehls mit Stärkemehl für die Appretirung der Baumwollenzeuge verarbeitet würden, wobei der bei dieser Fabrikation abfallende Kleber meistens als Nahrungsstoff für den Menschen verloren ginge.

Trotzdem war schon im Jahre 1846 eine Verwerthung des Klebers in der Form von Brot durch den französischen Arzt Bouchardat in Vorschlag gebracht worden. Dieser empfahl ein solches Brot in erster Linie für die Kost der Zuckerkranken, hielt es aber auch für sehr geeignet zur Ernährung von Personen, die an Verdauungsschwäche leiden, stark mehlhaltige Nahrungsmittel schlecht vertragen, und für solche, deren Organismus durch Alter, Mangel und längere Krankheit geschwächt ist. Das von diesem Arzte empfohlene Brot bestand aus einer Mischung von Weizenkleber mit $^1/_5$ Mehl. Es hat sich, aus welchen Gründen möge dahingestellt bleiben, nicht einge-

[1]) Ebstein, Deutsche mediz. Wochenschrift 1892, Nr. 16.
[2]) A. a. O. S. 6.
[3]) A. a. O. S. 166.

bürgert und ist lange Zeit der Vergessenheit anheimgefallen. Dasselbe war mit Knoblochs Kleberbrot der Fall, welches in der Mitte der fünfziger Jahre empfohlen wurde.[1])

Auch später glaubte man, wie u. a. Ritthausen[2]) hervorhebt, auf die Verwerthung des Klebers zur menschlichen Nahrung verzichten zu können, zumal Versuche von Henneberg (Göttingen-Weende) und von G. Kühn (Möckern) darüber keinen Zweifel ließen, daß die 1872 schon seit längerer Zeit im Handel befindlichen Präparate von getrockneten Klebern mit bestem Erfolg zur Fütterung von Thieren zu verwenden sind und somit, wenn auch indirekt, der Ernährung der Menschen zu Gute kommen. Die Thatsache, daß man Kleberbrot auch als Nahrungsmittel für Zuckerkranke empfohlen hat, ist ebenfalls von Ritthausen verzeichnet, welcher auch über Versuche von Günsburg[3]) berichtet. Der Letztere hat durch Zusammenkneten von frischem Kleber mit Mehl, im Verhältniß von 1 Pfd. Kleber auf 2 Pfd. Mehl, und geeignete Behandlung Klebergraupen oder Körner hergestellt, welche haltbar waren, ein „gefälliges Aussehen" zeigten und sich „zur ausschließlichen Nahrung für Menschen aller Klassen geeignet erwiesen." Eine Sorte, fein wie Gries, soll selbst für Kinder zur Nahrung geeignet sein. Später hat die bekannte Fabrik Karl August Guilleaume in Köln den bei ihrer Stärkemehlfabrikation gewonnenen Kleber dem zur Bereitung von Makkaroninudeln verwendeten Weizenmehl zugesetzt.[4])

Im Jahre 1888, als es Hundhausen gelungen war, den Kleber durch Trocknen bei etwa 40—50° C in ganz dünne Schichten auszuwalzen und in dieser haltbaren Form zu feinem Mehl zu vermahlen, suchte Dr. Woltering[5]) dieses Klebermehl in der Form eines Gebäcks Zuckerkranken zugänglich zu machen. Das Wolteringsche Gebäck wurde von Uffelmann[6]) warm empfohlen, indessen soll, wie Hundhausen Ebstein mittheilte, kein Mensch dieses Gebäck auf die Dauer wollen.[7])

Nach König[8]) wird auch zur Zeit von Joh. Lenk in Chemnitz unter dem Namen Dr. Disque's Albuminkraftbrot ein Gebäck hergestellt, welches, wie unser Gewährsmann meint, aus einem ähnlichen Abfall gewonnen zu sein scheint, wie das Aleuronat. Das früher von Hundhausen unter dem Namen Klebermehl hergestellte Präparat ist nicht mit dem Aleuronat zu verwechseln, welches erst kürzlich nach einem von dem Erfinder neu ausgeprobten Verfahren gewonnen wird. Hundhausen will sein Erzeugniß in der verschiedensten Art zur Herstellung der manigfaltigsten Speisen verwerthet sehen, und giebt zu diesem Zwecke Vorschriften zur Bereitung von Klößen, Nudeln, Pudding, Pfannkuchen, Rollkuchen u. dergl. mehr. Professor Albert Heim in Zürich empfahl

---

[1]) Bayerisches landwirthsch. Centralbl. 1855 S. 395 u. 1857 S. 499.

[2]) Die Eiweißkörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Oelsamen, Bonn 1873. Max Cohen & Sohn, S. 247.

[3]) Chemisches Centralbl. 1862 S. 103—106.

[4]) Zeitschr. f. Biologie N. F. V. 1887. S. 434.

[5]) Therapeut. Monatsh. 1888 S. 459.

[6]) Uffelmann u. J. Munck in: Uffelmann, die Ernährung des gesunden und kranken Menschen. 2. Aufl. Wien und Leipzig. S. 565.

[7]) Ebstein. Ueber eiweißreiches Mehl und Brod als Mittel zur Aufbesserung der Volksernährung. Wiesbaden 1892. Bergmann. S. 18.

[8]) Die Brotfrage, a. a. O. S. 198

dasselbe Präparat, unter Hervorhebung seiner Eigenschaft als konzentrirtes Eiweiß, zum Verrühren mit Suppe als Zuthat zu Gemüsen aller Art, zu Gebäck, Brot, Zwieback u. dgl. m. Professor Ebstein verwendet es, wie er mittheilt,[1]) in seiner Privatklinik zur Erhöhung des Eiweißgehaltes der Suppen und hält dafür, daß es sich bei der Ernährung der Kinder ebenso wie bei derjenigen der Erwachsenen gleich nützlich erweise.

Neben diesen Verwendungsarten verdient, im Hinblick auf den Zweck dieses Berichtes, die Zumischung des Aleuronats zum Brotteig, die Herstellung von Aleuronatbrot unsere besondere Beachtung.

Das Aleuronatbrot wurde nach Ebstein[2]) vor etwa 2 Jahren in Zürich auf Anregung des Dr. med. Heim gebacken. Es hat, wie der Berichterstatter aus eigener Erfahrung mittheilen kann, in der Schweiz schon eine ziemliche Verbreitung gefunden.

Auch in Deutschland haben sich bereits viele Bäckereien bereit finden lassen, Aleuronatbrot herzustellen und in den Handel zu bringen. So in Göttingen, Braunschweig, Frankfurt a/M., Leipzig, Potsdam, Straßburg i/E., Mülhausen i/E. und anderen Städten.

Viele dieser Bäckereien stellen auch die Zwiebäcke und sog. Cakes unter Zuthat von Aleuronat her.

Das Gesundheitsamt selbst hatte Veranlassung, Backversuche mit Aleuronat zu machen. Allerdings bestand seine Aufgabe nicht in der Herstellung eines gewöhnlichen Brotes, sondern in Versuchen zur Herstellung eines nicht zum Schimmeln geneigten Dauerbrotes mit einem Gehalt an Eiweiß, welcher etwa dem des Rindfleisches entspricht.

Nach einigen, anfangs nicht sehr günstig verlaufenen Vorversuchen gelang es, ein den Ansprüchen genügendes Dauergebäck zu erhalten. Es wurden je 2 kg Roggenmehl mit 60 % Kleienauszug, 500 g Aleuronat, 20 g Salz, 25 g Zucker, 15 g Kümmel und 5 g Koriandersamen zu Teigmasse geknetet. Diese sehr feste Masse wurde durch Walzen zur Platte geformt, durch die Theilmaschine getheilt und während 25 Minuten gebacken.

Das gewonnene Produkt wies einen Gehalt von 8,36 % Wasser und 25,9 % Eiweiß auf. Im Fleisch sind nur etwa 20 % Eiweiß enthalten. Das Gebäck war zwar hart, ließ sich aber ohne Schwierigkeit zwischen den Zähnen zermalmen. Sein Geschmack war nicht unangenehm. Es würde indeß durch Zusatz von Salz und Gewürzen in etwas größerer als der vorher angegebenen Menge wahrscheinlich wesentlich gewinnen.

Das Gebäck erhielt sich bei trockener Aufbewahrung sehr lange in völlig gutem Zustande. Um wenigstens einen oberflächlichen Begriff von seiner Bekömmlichkeit zu erhalten, hat der Berichterstatter 6 Tage an Stelle des zweiten Frühstücks je 15 Stück desselben zu sich genommen. Diese Menge ersetzte ihm die gewohnte Nahrung und ließ auch in den nächsten 2–3 Stunden das Gefühl des Hungers nicht aufkommen.

---

[1]) A. a. O. S. 21 und 22.

[2]) A. a. O. S. 23.

Nährwerth des Aleuronats und der Aleuronatpräparate. Da das Aleuronat zu $^4/_5$ aus Pflanzeneiweiß besteht, übertrifft es in dieser Beziehung die übrigen Nahrungsmittel um ein Bedeutendes. Man hat es daher in der Hand, stickstofffreie und stickstoffärmere Nahrungsmittel durch einen, je nach Wunsch größeren oder kleineren Zusatz von Aleuronat an Pflanzeneiweiß anzureichern. Welche Mengen man in den einzelnen Fällen zur Erzielung eines bestimmten Stickstoffgehaltes hinzugeben muß, läßt sich an der Hand der chemischen Analyse leicht berechnen. Die letztere kann indessen nicht entscheiden, ob das Pflanzeneiweiß in dieser Gestalt auch vom menschlichen Organismus hinreichend ausgenutzt wird.

Diese Frage kann nur mit Hülfe des physiologischen Versuches beantwortet werden. Experimente über den Nahrungswerth des Klebers sind schon älteren Datums. Wie uns Liebig[1]) mittheilt, wurden in von französischen Akademikern angestellten Versuchen Hunde 90 Tage lang ausschließlich mit Weizenkleber gefüttert, welcher roh ohne Unterbrechung von den Thieren gefressen wurde, ohne irgend bemerkliche Störungen ihrer Gesundheit herbeizuführen.

Auch Ritthausen hat, wie schon früher erwähnt, den Kleber als eine geeignete Nahrung für Thiere empfohlen.

Des weiteren haben Fleischer und K. Müller[2]) an Hunden Fütterungsversuche mit Weizenkleberzusatz gemacht und gefunden, daß der Kleber als völlig verdaulich anzusehen ist. Ueber das Verhalten des Klebers im menschlichen Organismus besitzen wir neuere Angaben von Rubner. Dieser untersuchte die früher erwähnten, mit Kleberzusatz hergestellten Makkaroninudeln von Guilleaume, wobei ihm die Ueberzeugung kam, daß der Kleber in der Ernährung des Menschen sehr gut Verwendung finden kann. Er wurde aus den Makkaroninudeln sehr gut resorbirt und brachte eine vermehrte Stickstoffausscheidung im Harne hervor. Während bei der Verabreichung von Nudeln ohne Kleberzusatz der Körper noch wesentlich an Stickstoff oder Eiweiß einbüßte, fand, wie Rubner angiebt, bei dem Kleberzusatz sogar ein Ansatz statt. Hinsichtlich des Aleuronats von Hundhausen fand A. Constantinidi[3]), daß sowohl der Hund wie der Mensch das darin enthaltene Pflanzeneiweiß sehr gut vertragen und daß dasselbe völlig dazu hinreicht, den Eiweißbedarf zu decken. Nach Kornauth[4]) erwiesen sich 99,49 % der gesammten Stickstoffverbindungen des Aleuronats als in saurem Magensaft und alkalischem Pankreassaft (nach Stutzer bereitet) verdaulich.

Weiter haben Versuche von Kornauth und von Gruber an Hunden und Menschen den Beweis geliefert, daß das Aleuronatbrot mindestens ebenso gut verdaut wird als das natürliche Weizenbrot. Die Verdaulichkeit der Trockensubstanz des Aleuronatbrotes wurde an zwei Personen zu 95,32 und 95,5 %, die der Stickstoffsubstanz zu 90,43 bezw. 91,64 % gefunden. Gruber schließt an seine Versuche folgende Bemerkungen: „In beiden Fällen muß die Ausnutzung in Anbetracht des Umstandes, daß es sich um vegetabilische Sub-

[1]) A. a. O. S. 167.

[2]) Berichte der deutschen chem. Ges., Jahrg. 6, 1873. S. 1408.

[3]) Ueber die Ausnutzung des Weizenklebers im Darmkanal. Zeitschr. f. Biologie N. F. V. 1887 S. 433 ff.

[4]) A. a. O. S. 2.

stanzen handelt, als ganz vortrefflich bezeichnet werden. Insbesondere gilt dies von der Ausnutzung des Eiweißstickstoffes, von dem aus gewöhnlichen Mehlspeisen und Broten 14—30% in Verlust gehen, während allerdings das Fleischeiweiß fast vollständig aufgesogen wird. Zu der guten Ausnutzung trägt jedenfalls der Umstand bei, daß das Aleuronatbrot ohne Sauerteig bereitet wird.

Beiden Versuchspersonen schmeckte das Brot bis ans Ende des Versuchs sehr gut. Beide Personen hatten weder örtliches, noch allgemeines Hungergefühl während der Versuchszeit. Die Verdauung des Brotes ging ohne Belästigung und ungestört vor sich".

Kornauth schließt seinen Bericht mit folgenden Worten: „Wir ersehen daraus, daß in dem Aleuronat ein Eiweißpräparat von hohem Werth vorliegt. Ein Hauptmoment für die vortheilhafte Verwendung derselben liegt in seiner Trockenheit und Geschmacklosigkeit, welche demselben eine große Bedeutung als Massenkonserve, z. B. für Schiffe auf längerer Fahrt, Armenverpflegung, ferner als Mittel zur Aufbesserung stickstoffarmer Nahrung, z. B. Kartoffeln, magerer Mehlspeisen und namentlich in Ländern, wo stickstoffarmer Weizen vorkommt, verleihen. In der Ernährung der großen Massen des Volkes ist stets die Thatsache zu konstatiren, daß namentlich bei uns in Folge der hohen Fleisch- und Fischpreise ein Stickstoffdeficit in der Nahrung auftritt. Mit dem Aleuronat, dessen Preis sich mit seiner großen Verbreitung zweifellos noch billiger gestalten wird, kann dem Stickstoffdeficit auf leichte und billige Weise abgeholfen werden . . ."

Einen warmen Befürworter hat das Aleuronat an Prof. Ebstein gefunden (vergl. die oben citirte Drucksache). König[1]) hat sowohl verschiedene Gebäcke aus Aleuronat als auch Dr. Disques-Albuminkraftbrot von seinem Assistenten Dr. F. Hart untersuchen lassen. In Ermangelung eigener Bestimmungen geben wir die Resultate der auf Brot bezüglichen Analysen in abgekürzter Form wieder. Es enthielten in Prozenten:

	Aleuronatbrot	Dr. Disques-Albuminkraftbrot	
Wasser	33,68	32,27	
Stickstoffsubstanz	25,96	27,61	in der Trockensubstanz.
Kohlehydrate	68,23	70,26	in der Trockensubstanz.
Fett	0,68	0,61	in der Trockensubstanz.
Rohfaser	1,00	1,25	in der Trockensubstanz.
Asche	3,53	2,10	in der Trockensubstanz.

Auch das Urtheil Königs geht dahin, daß das eiweißreiche Aleuronatbrot sonstige eiweißreiche Nahrungsmittel, wie Fleisch, Käse &c. in unserer Nahrung zum Theil ersetzen kann, ein Umstand, der überall da Beachtung verdiene, wo es darauf ankomme, dem Organismus auf billige Weise die genügende Menge Eiweiß in zusagender Form zuzuführen.

Neuerdings redet Dr. Marie Heim in Zürich[2]) dem Aleuronat noch das Wort und empfiehlt dasselbe gemischt mit Hafermehl und Milch als Brei für die Ernährung

[1]) Die Brotfrage a. a. O., S. 195.

[2]) Schweizerische Blätter für öffentliche Gesundheitspflege N. F. 8. Jahrg. 3. Febr. 1893 S. 29.

kleiner Kinder. Auch hier hat das Präparat den Zweck, den im Hafermehl gegenüber dem Eiweißgehalt überwiegenden Stärkegehalt in einer dem kindlichen Organismus entsprechenden Weise zu reguliren.

Der Berichterstatter hat keinen Grund, allen diesen, den berufensten Stellen entspringenden günstigen Urtheilen irgendwie entgegenzutreten, kann aber seinerseits nicht umhin, einige weitere Betrachtungen allgemeinerer Art hier anzuschließen. Die Thatsache, daß die Fabrikation des bisherigen Pflanzeneiweißes in der bewährten Form des Aleuronats in den Händen eines einzigen Fabrikanten liegt, giebt zu der Erwägung Veranlassung, wie es demselben, die Einführung in die Armeeverpflegung und Volksernährung vorausgesetzt, möglich sein würde, dem Bedürfniß zu genügen. Auch ist zu bedenken, daß die Mengen des Aleuronats, welche in den Verkehr gebracht werden können, durchaus abhängig sind von der Menge der erzeugten Weizenstärke, welche ihrerseits wieder durch die Nachfrage des Marktes geregelt wird. Hierbei läßt sich zur Zeit wohl noch von keiner Seite übersehen, ob das Präparat, allgemein eingeführt, als Abfall stets in hinreichender Menge selbst für den Fall vorhanden sein wird, daß sich neben Dr. Hundhausen auch noch die übrigen Fabrikanten von Weizenstärke auf Grund irgend einer Vereinbarung an dessen Fabrikation betheiligen. Trifft dies nicht zu, so würde das Weizenmehl auf Aleuronat als Hauptprodukt verarbeitet und die Weizenstärke zu einem Nebenprodukt herabgedrückt werden. Eine derartige veränderte Sachlage könnte aber nur auf Kosten einer Preiserhöhung des Aleuronats geschehen. Mit dieser würde wahrscheinlich gerade der in der Billigkeit des Präparats gegenüber dem Fleischeiweiß zur Zeit liegende Vortheil herabgemindert werden oder gar ganz aufhören. An dieser Stelle wollen wir diese volkswirthschaftliche Frage indessen nur andeuten und es der Zukunft überlassen, sie weiter auszuspinnen.

Die günstige Beurtheilung des Aleuronats an sich wird durch solche Verhältnisse nicht im Geringsten beeinträchtigt.

Ein dem Aleuronat nahe verwandtes Produkt scheint das „Nutritasmehl" zu sein, welches wie dieses neuerdings zur Erhöhung des Nährwerthes von Backprodukten verwendet wird.[1])

Erdnußmehl und daraus hergestellte Nahrungsmittel.

Die Erdnuß (Arachis hypogaea), auch Erdmandel genannt, ist eine in Afrika und den Südstaaten von Nordamerika einheimische Pflanze aus der Familie der Papilionaceen. Zur Zeit wird sie in den Südstaaten von Nordamerika, China und im südlichen Europa kultivirt. Ihre Früchte reifen unter der Erde. Diese werden auch „Ground-nuts" oder „Pea-nuts" genannt. Am Senegal sollen jährlich 30 000 Tonnen geerntet werden; der Ertrag der Ernte in den Vereinigten Staaten von Nordamerika belief sich 1876 auf 3 Millionen Dollars.[2])

Die Früchte besitzen geröstet einen nicht unangenehmen, jedoch etwas kratzenden Geschmack, und werden in Afrika und Nordamerika in diesem Zustande reichlich genossen, auch sollen sie als Kaffeesurrogat Verwendung finden.

---

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1892, S. 732.

[2]) United States Dispensatory. 1883. S. 1687.

Bei uns werden diese Samen wegen ihres hohen Gehaltes an Oel eingeführt und auf dieses verarbeitet; der Rückstand dient wegen seines hohen Stickstoffgehaltes zur Zeit vorwiegend noch als werthvolles Viehfutter.

Unter den obwaltenden Verhältnissen lag nun der Gedanke nahe, die Erdnüsse in Produkte überzuführen, welche zur menschlichen Ernährung geeignet sind.

Hierzu war es nöthig, die in den Preßrückständen noch vorhandenen, dem menschlichen Organismus wenig zusagenden und auch die Haltbarkeit wesentlich beeinträchtigenden freien Fettsäuren zu entfernen, sowie den unangenehm bitteren, im Schlunde kratzenden Geschmack der Erdnüsse zu beseitigen. Mehrfache dahin zielende Versuche unter Heranziehung verschiedener Chemikalien lieferten lange Zeit hindurch ein unbefriedigendes Ergebniß.

Im günstigen Sinne scheinen die entsprechenden Versuche der Firma Hugo Nördlinger in Stuttgart verlaufen zu sein, welche sich nach der Patentschrift Nr. 52 310 ein Verfahren hat patentiren lassen, die Preß- und Extraktionsrückstände der Oelfabrikation wohlschmeckend und für den menschlichen Genuß geeignet zu machen. Dies geschieht durch Beseitigung der freien Fettsäuren vermittelst Ausziehens mit Alkohol, welcher diese vorwiegend löst, durch Sterilisation mit Dampf, Entfernung der Kleie und mechanische Scheidung der gemahlenen Rückstände entweder vor oder nach der Beseitigung etwa vorhandener freier Fettsäuren. Später, im Jahre 1889, wurde dieses Verfahren von Dr. Hugo Nördlinger in Frankfurt a/M. durch ein ihm unter Nr. 57 311 ertheiltes deutsches Reichspatent dahin erweitert, daß die Beseitigung der freien Fettsäuren, statt durch Behandlung mit Alkohol, durch Rösten vorzunehmen ist, wobei die Sterilisation durch Dampf in Wegfall kommen kann.

Hinsichtlich einer anderen Behandlung der Erdnüsse zu demselben Zweck liegen Berichte von Stutzer vor. Nach diesen machten vor einiger Zeit die Herren Wilhelm Grillo und Dr. Schroeder die Beobachtung, daß komprimirte schwefelige Säure ein gutes Lösungsmittel für Oele und Fette ist. Unter Zugrundelegung dieses Prinzips extrahirt man nach dem inzwischen patentirten Verfahren die ölhaltigen Samen durch flüssige schwefelige Säure, indem man die Frucht mindestens 11 Stunden lang damit auf 30—40° in luftdicht schließenden Behältern erwärmt. Im Innern des Apparates erzeugt die schwefelige Säure bei dieser Temperatur eine Spannung von 5—6 Atmosphären. Das mit der schwefeligen Säure gemischte Oel fließt ab. Die ausgezogenen Erdnüsse werden durch Dampf erwärmt, bis sich die letzten Reste der schwefeligen Säure verflüchtigt haben. Dann können die fast vollständig entfetteten Früchte in feinstes Mehl verwandelt werden.

Wie Stutzer berichtet, ergab der erste Versuch, welcher von der im Besitz des Verfahrens befindlichen Aktiengesellschaft Heerdter Oelwerke zu Heerdt bei Neuß am Rhein mit 10 000 kg Erdnüssen angestellt wurde, das bemerkenswerthe Resultat, daß die schwefelige Säure nicht nur den Fettgehalt von 45 % auf 4—6 % erniedrigt, sondern gleichzeitig auch die unangenehm schmeckenden Stoffe der Erdnüsse aus letzteren beseitigt hatte, trotzdem bei diesem Versuch absichtlich Erdnüsse geringster Qualität verwendet worden waren. Ein weiterer Vortheil des Verfahrens liegt nach Stutzer

auch darin, daß unter den eingehaltenen Verhältnissen alle Keime von solchen Gebilden, welche eine Zersetzung herbeizuführen geeignet sind, vollständig zerstört werden, so daß vom gesundheitlichen Standpunkte die Wirkung der schwefeligen Säure eine sehr günstige ist.

Die Heerdter Oelwerke bringen das Erzeugniß ihrer Fabrikation, um eine Verwechselung mit dem als Futtermittel dienenden Erdnußmehl zu vermeiden, unter dem Namen „Afrikanisches Leguminosenmehl" in den Handel.

König[1]) theilt mit, daß O. Rademann in Bockenheim bei Frankfurt a/M. versucht hat, aus dem nach Nördlingers Patent gewonnenen Erdnußmehl sowohl für sich allein, wie auch unter Zusatz von Roggen- und Weizenmehl (1 Th. des ersteren und 3 Theile des letzteren) Brot herzustellen. Später wurde solches Brot von der Fabrik Frank & Co. ebendort im Großen zubereitet, indem 50 Theile Erdnußmehl, 25 Theile Roggen- und 25 Theile Weizenmehl mit einander vermischt wurden.

Wir geben nachstehend die von König[1]) bei der Untersuchung des Erdnußmehls selbst sowie bei derjenigen von Erdnußbroten gefundenen Zahlen und verweisen zugleich auf die später unten aufgeführten, vom Gesundheitsamte gewonnenen analytischen Ergebnisse.

Es enthielten in Prozenten:

	Erdnußmehl	Brot aus Erdnußmehl	Brot aus 1 Th. Erdnußmehl u. 3 Th. Roggenmehl	Brot aus 1 Th. Erdnußmehl u. 3 Th. Weizenmehl	Brot aus 50 % Erdnußmehl und 50 % Getreidemehl	
Wasser	5,03	25,37	36,33	31,38	31,98	
Stickstoffsubstanz	50,85	44,73	23,93	24,06	34,59	in der Trockensubstanz.
Stickstofffreie Extraktstoffe	14,98	28,74	66,31	65,89	48,88	
Fett	23,07	15,18	3,17	3,83	9,19	
Holzfaser	3,59	6,58	4,04	3,24	3,31	
Asche	4,04	4,77	2,83	2,96	4,03	

Aus diesen Werthen erhellt, daß das Brot aus gleichen Theilen Erdnuß- und Getreidemehl ungefähr die dreifache Menge Proteïn und Fett als das aus reinem Getreidemehl enthält. Freilich, meint König, sei der Gehalt an Kohlehydraten entsprechend geringer, aber Proteïn und Fett seien gerade die Nährstoffe, welche der armen Volksklasse bei vorwiegendem Kartoffelgenuß besonders abgehen. Wenn daher die unter Zusatz von Oelkuchenmehl gewonnene Brote eine hinreichende Lockerheit und einen gewünschten Wohlgeschmack besäßen, und beide hätten bei den von ihm untersuchten Broten nichts zu wünschen übrig gelassen, so verdienten diese Surrogatbrote alle Beachtung.

Das Gesundheitsamt hat keine Gelegenheit gehabt, Gebäcke aus den oben genannten Bezugsquellen zu untersuchen. Dagegen ist demselben durch Vermittelung des Herrn Professor Stutzer von den Heerdter Oelwerken 1 Sack Erdnußmehl zu Backversuchen überlassen worden.

Nach Mittheilungen dieser Firma hat sie absichtlich eine geringere Sorte eingesendet, was für die Beurtheilung der vom Gesundheitsamte erzielten Brote von Wichtigkeit ist.

---

[1]) A. a. O. Die Brotfrage S. 193.

Nachstehend geben wir die Zusammensetzung des verbackenen Erdnußmehles (Nr. 1), diejenige eines Brotes aus 50 Theilen Erdnußmehl und 50 Theilen Roggenmehl II (Nr. 2) ferner eines Brotes aus einem Drittel Erdnußmehl und zwei Drittel Roggenmehl II (Nr. 3) sowie eines solchen aus drei Viertel Roggenmehl III und einem Viertel Erdnußmehl (Nr. 4). Unter Nr. 5 sind die Werthe eines Mischbrotes aus 55 Theilen Roggenmehl $41^{2}/_{3}$ Theilen rohen Kartoffeln und $3^{1}/_{2}$ Theilen Erdnußmehl aufgeführt.

Es enthielten 100 Theile:

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	
Wasser	7,77	40,00	37,76	36,80	34,60	
Stickstoffsubstanz	54,19	31,44	24,13	20,44	12,00	in der Trockensubstanz.
Fett	7,48	4,42	3,38	2,83	1,37	
Stickstofffreie Extraktstoffe	27,50	55,57	66,06	71,03	82,33	
Holzfaser	2,62	2,36	1,62	1,26	0,87	
Asche	8,21	6,21	4,81	4,44	3,43	
100 Theile der Mehlmischung ergaben:						
Teigmasse	—	158,8	153,1	153,1	101,0	
Brot	—	149,4	138,1	138,1	90,3	
Backverlust in Prozenten	—	5,9	9,8	9,8	10,7	
1 g nimmt den Raum ein von ccm	—	1,030	1,250	1,410	1,570	

Das aus gleichen Theilen Erdnußmehl und Roggenmehl erbackene Brot fand in Hinsicht auf seine Eigenschaft bei den von verschiedenen Seiten vorgenommenen Kostproben keinen Beifall. Es besaß eine braune Farbe, war nicht sehr ausgebacken, schwer und von ranzigem, zugleich etwas kratzendem Geschmack.

Wenn auch nicht in gleich hohem Maße, traten diese Eigenschaften auch bei den Mischbroten mit $^{1}/_{3}$ und $^{1}/_{4}$ Erdnußmehl unverkennbar hervor. Voraussichtlich würde ein besseres Rohmaterial auch bessere Gebäcke geliefert haben. Hervorzuheben ist, daß das mit $3^{1}/_{3}$% Erdnußmehl erbackene Kartoffelmischbrot den Geschmack des Erdnußmehles in keiner Weise hervortreten ließ, vielmehr als sehr gutes Kartoffelbrot erschien.

Auch noch von anderen Seiten ist die Brauchbarkeit des Erdnußmehles zur Herstellung von Brot einer praktischen Prüfung unterworfen worden. So hat der Hof-Chokoladefabrikant Herr F. W. Altgelt in Crefeld nach einem, wie es scheint, ihm eigenthümlichen Verfahren Mischbrote aus Erdnußmehl hergestellt und dem Gesundheitsamte Proben davon überwiesen.

Leider kamen mehrere derselben in nicht mehr gutem Zustande an. Von einem, nach Angaben des genannten Herrn aus 1 Theil präparirtem Erdnußmehl, 3 Theilen mittelfeinem Roggenmehl, etwas Sauerteig und Salz hergestellten Brote konnte die Analyse wenigstens theilweise ausgeführt werden. Dieselbe ergab in 100 Theilen:

Wasser	40,26	
Stickstoffsubstanz	26,24	in der Trockensubstanz.
Fett	1,91	
Asche	4,45	

Dieses Brot war von fester Konsistenz, hatte einen kräftigen Brotgeruch und etwas kratzenden Nachgeschmack; es war sehr zum Schimmeln geneigt.

Aus allen Untersuchungen des Erdnußmehles, von welchen auch die von Dr. H. Spindler[1]) nicht unerwähnt bleiben soll, ergiebt sich, daß das Erdnußmehl thatsächlich einen außerordentlich hohen Stickstoffgehalt besitzt und daher vom chemischen Standpunkt als mit hoher Nährkraft begabt erachtet werden muß. Ueber den Werth des Erdnußbrotes vom physiologischen Standpunkte aus liegen Ausnutzungsversuche noch nicht vor, dagegen besitzen wir doch gewisse Anhaltspunkte in Bezug auf diese Frage. Neuerdings wird nämlich von Rademann's Nährmittelfabrik in Frankfurt a. M. und Bockenheim das nach dem Verfahren von Dr. H. Nördlinger[2]) hergestellte Erdnußmehl in die Form einer Grütze gebracht, über welche Medizinalrath Prof. Dr. Fürbringer in einem am 8. Februar in der Berliner medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag[3]) auf Grund seiner eigenen Erfahrungen berichten konnte.

Nach Versuchen, welche der Vortragende in Gemeinschaft mit dem Assistenzarzt am städtischen Krankenhause in Berlin, Dr. Freyhan, anstellte, ergab sich, daß bei dem Genuß der trockenen Präparate der größte Theil den Körper in unverändertem Zustande wieder verläßt, während von der gekochten Erdnußgrütze Alles nahezu vollständig verdaut wird. Fürbringer erwähnt bei dieser Gelegenheit, daß sich nach der Ansicht von Lüdtke in Altona das Eiweiß der Erdnuß sogar leichter in Lösung überführen lasse, als dasjenige der Hülsenfrüchte, da das Zellgewebe der Erdnuß Aleuronkörper und Amylum fast in gleichen Theilen vergesellschaftet und von fast gleicher Größe enthält, während die sehr großen Stärkekörner der Hülsenfrüchte von sehr kleinen, in ein feines Protoplasmanetz eingebetteten Aleuronkörnern umhüllt werden.

Nach Stutzer sind in dem Leguminosenmehl der Heerdter Oelwerke 50,62% Proteïn enthalten, der Stickstoffgehalt desselben beträgt 8,10%. Hiervon sind 0,29% in Form von Amiden und 0,41 in Form unverdaulicher Stoffe vorhanden. Von 100 Theilen Proteïn sind demnach 95% verdaulich.

Uebrigens scheint, nach Fürbringer's Erfahrungen, der Geschmack der Erdnußgrütze nicht Allen, welche sie genießen, angenehm zu sein. Die meisten der damit Ernährten hatten indeß keinen Widerwillen dagegen. Er empfiehlt sie, abgesehen von den Zwecken der Krankenernährung, auch als Volksnährmittel, bezw. zur Ernährung von Insassen solcher Institute, die den Charakter der Armenanstalten (Siechenhäuser, Gefängnisse, Volksküchen) haben und glaubt, daß sie vielleicht noch in der Beköstigung unseres Heeres eine Rolle zu spielen geeignet sei.

Ob Gebäcke aus Erdnußmehl in gleicher Weise zu empfehlen sind, muß die Erfahrung der Zukunft lehren. Sicher ist, daß wenn es nicht gelingt, den, wie es scheint, außerordentlich fest anhaftenden charakteristischen Geschmack der Erdnußpräparate herabzumindern, eine allgemeine Einführung derselben bei dem herrschenden Vorurtheil mit Schwierigkeiten zu kämpfen haben wird.

---

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1892, Heft 20 S. 607.

[2]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1892, Heft 22 S. 689.

[3]) Berliner klinische Wochenschrift 1893 Nr. 9, 27. Febr. S. 204.

Brot unter Zuhülfenahme anderer Surrogate.

Aleuronat, Erdnußmehl und Magermilch stellen Abfallprodukte von Betrieben dar, welche durch ihre direkte Benutzung für die menschliche Ernährung einen größeren Werth erhalten und daher vom gesundheitlichen wie vom volkswirthschaftlichen Standpunkt wohl zu beachten sind. Weniger günstige Beurtheilung hat der Vorschlag von Souvant gefunden, welcher die als Abfallprodukt der Müllerei gewonnene Kleie so verwerthet wissen will, daß die an ihr haftenden Nährstoffe dem Brot zu Gute kommen. Souvant ersetzt das zur Herstellung des Brotteiges benutzte Wasser durch einen wässrigen, frisch bereiteten Kleienauszug und glaubt so ein Brot zu erhalten, welches sich gegenüber dem auf dem üblichen Wege bereiteten durch einen Mehrgehalt von 15 % Nährstoffen vortheilhaft auszeichne.

Thatsächlich ist dies nach Mittheilungen von Barille[1]) nicht der Fall. Das Brot nimmt unter den von Souvant angegebenen Verhältnissen etwa 7 % mehr Wasser auf, wie bei dem normalen Backverfahren, ohne daß es im Uebrigen in irgend einer Weise vortheilhaft beeinflußt wird. Die erzielte Gewichtszunahme ist deshalb auch nicht als ein Gewinn zu erachten. Alle übrigen von dem Verfahren gerühmten Vorzüge besitzt dasselbe nach Barille nicht. Da die neue Methode zudem noch besondere Vorrichtungen und kostspielige Manipulationen erfordert, deren Wirkung dabei das Brot nicht nur nicht verbessert, sondern geradezu in seinem Werth herabsetzt, dürfte dieselbe keine Aussicht auf allgemeine Einführung haben.

Neuerdings hat Chardin[2]) auch Blut zur Verwendung bei der Herstellung von Konservebrot empfohlen. Nach seinen Angaben macht das Blut bei der Brotgährung eine wirkliche Verdauung durch, wobei es vollkommen seinen eigenthümlichen Geschmack verliert und leichter assimilirbar wird. Nach Chardins Erfahrungen hält sich solches Brot fünf Jahre hindurch gut. Im Allgemeinen zur Thierfütterung bestimmt, soll es im Nothfall auch zur menschlichen Nahrung dienen. Wenn die übrigen Angaben zutreffen, ist einem solchen Gebäck in Folge seines höheren Gehaltes an thierischem Eiweiß ein Ernährungswerth nicht abzusprechen.

Des Weiteren wird uns berichtet,[3]) daß man in dem Dorfe Ramon bei Woronesch in der dortigen Zuckerfabrik versucht hat, Brot von Roggen herzustellen, dem 25—30 % Rübenabfall von der Zuckerfabrik beigegeben wurden. Der Preis dieses Brotes gestaltete sich um 25—40 % niedriger als der des reinen Roggenbrotes. Wenngleich mehrere Aerzte und Bewohner der Umgegend das Brot als unschädlich und von gutem Geschmack bezeichneten, dürfte dasselbe in Folge seines geringeren Gehaltes an stickstoffhaltigen Nährstoffen mit normal beschaffenen Brot nicht wohl den Vergleich aushalten.

---

[1]) Vierteljahrsschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, Bd. 5 1891 S. 342.

[2]) Ebenda, VI. Jahrgang v. Jahre 1891. S. 516.

[3]) Ebenda, VII. Jahrgang v. Jahre 1892. S. 199.

Zweite Gruppe.

Bestrebungen, welche auf eine bessere Ausnützung der in den Getreidekörnern enthaltenen Nährstoffe im Organismus hinzielen.

Das Getreidekorn besitzt, wie bekannt, als äußere Umhüllung die Fruchthaut, dann folgt nach innen die Samenhaut und beide umschließen zunächst die Kleberschicht, welche ihrerseits wieder den Mehlkern umgiebt. Nur die beiden letztgenannten Bestandtheile sind für die Ernährung von Bedeutung, bei welcher die Cellulose der Früchte und der Samenhäute nicht in Frage kommt.

Es ist nun der Müllerei, trotz der vielseitigen und wichtigen Verbesserungen, welche sie in der Neuzeit erfahren hat, nicht gelungen, die Celluloseschicht so völlig von dem inneren Kern zu trennen, daß insbesondere der Kleie nicht noch für die Ernährung werthvolle Bestandtheile des Klebers und auch der Stärke anhaften. Die Zellenwände der Kleberschicht gehen in jene der Stärkezellen derart über, daß ein Losreißen der letzteren ohne erstere kaum ausführbar ist, zudem ist die Samenhaut so innig mit den Kleberzellen verbunden, daß auch hier das Gleiche stattfindet.

Nun wird die Kleie allerdings vielfach zur Viehfütterung verwendet, und kommen die in ihr enthaltenen Nährstoffe dem Menschen so wenigstens indirekt zu Gute; weit vortheilhafter aber wäre es, wenn es gelänge, die Trennung des Kornes in Nährstoffe und Nichtnährstoffe zu einer so scharfen zu gestalten, daß neben dem an Nährstoffen angereicherten Mehl nur ein werthloser Celluloseabfall gewonnen würde. Es ist klar, daß, wenn die so erzielte Vermehrung des Mehles auch nur wenige Prozente beträgt, sie bei dem ungeheuren Mehlkonsum dennoch ins Gewicht fallen würde.

Darum ist es nicht zu verwundern, wenn schon seit langer Zeit die vielseitigsten Versuche angestellt worden sind, dem Ideal einer solchen Trennung möglichst nahe zu kommen. Dieselben ziehen zum Theil chemische, zum Theil mechanische Mittel zur Erreichung ihres Zweckes heran.

Zu der ersten Klasse gehört der Vorschlag von Lemoine,[1]) welcher die äußere Hülle durch Einwirkung konzentrirter Schwefelsäure und nachherige Behandlung mit Wasser lösen will. Dieses Verfahren, welches nach im Kleinen ausgeführten Versuchen ausgezeichnete Resultate geben soll, wird hinsichtlich seiner Ausführbarkeit im Großen von sachverständiger Seite nicht günstig beurtheilt. Kick[2]) meint, daß selbst wenn man die Wirksamkeit dieser Methode im Großen, von gewöhnlichen Arbeitern ausgeführt, nicht in Zweifel ziehen wolle, man in die ökonomische Ausführbarkeit begründete Bedenken setzen müsse. Der Verbrauch an Schwefelsäure und an reinem Wasser zum Waschen wäre enorm, nicht minder schwierig wäre die Trocknung der großen Getreidemassen, welche in auch nur halbwegs bedeutenden Mühlen zur Verarbeitung kommen.

Ob diese Einwände sich mutatis mutandis auch gegen das von Weiß[3]) vorgeschlagene Verfahren geltend machen lassen, welcher die Schale des Getreides mittelst verdünnter Natronlauge von dem Korn loslösen will; ob sie bei dem Prozeß von

[1]) Dinglers polytechn. Journal, 170. S. 443.

[2]) Fr. Kick, Die Mehlfabrikation. Leipzig, Arthur Felix 1871. S. 79.

[3]) Dinglers polytechn. Journal, 194. S. 166.

Girond-Dargou,[1]) welcher zu dem gleichen Zweck Kalkmilch vorschlägt, weniger zutreffend sind, entzieht sich der Beurtheilung des Berichterstatters. Kick[2]) hält überhaupt das Schälen auf chemischem Wege entschieden für verwerflich und meint, es könne in beschränktem Maße nur höchstens insoweit Berechtigung haben, wenn das Getreide durch Netzen mit alkalischen oder sauren Flüssigkeiten zum Schälen in der Maschine besser vorbereitet würde, als dies durch Netzen mit Wasser geschehen könne.

Außerordentlich zahlreich sind die in Vorschlag gebrachten Maschinen zum Enthülsen oder Schälen der Körner. Wir nennen hier nur die von Lasseron, Legrand, Cartier, Gravier, Aumann, Finck, Jacobi, Nagel, Henkel und Seck, Nau, Puhlmann, Glas, Bienert, Hennig, Garbe, Till, Moritz Martin und Nolden, ohne mit diesem Verzeichniß irgendwie Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben bezw. ihre Leistungen einer Kritik zu unterwerfen. Letzteres müssen wir den Spezialsachverständigen überlassen, deren Urtheil allerdings der Erreichung des Ideals einer Putzmaschine kein günstiges Prognostikon stellt, da es undenkbar sei, daß dasselbe, bei dem Bau des Kornes, jemals erreicht werde.

Daß man sich aber in der neueren Zeit dem vorgesteckten Ziele wesentlich genähert hat, ergiebt sich aus der günstigen Beurtheilung, welches ein dem Mühlenbesitzer D. Uhlhorn in Grevenbroich (Rheinpreußen) unter Nr. 27 984 in Deutschland patentirter Apparat zur Dekortikation seitens angesehener Chemiker und Hygieniker erfahren hat.

Das Verfahren beruht auf der gegenseitigen Reibung der Körner untereinander und besteht nach den Ausführungen des Erfinders kurz in Folgendem:

Der zu schälende Roggen wird zunächst durch die bekannten Maschinen, Sandcylinder, Aspirator und Trieur, von verunreinigenden Beimischungen befreit, alsdann gleichmäßig mit ca. 3 % Wasser durchfeuchtet, um die Holzfaserhülle zu erweichen; darauf passirt der Roggen den ersten Schälgang, welcher die Holzfaser fast vollständig ablöst. Nach dem Verlassen des ersten Schälganges wird der Roggen über einen Aspirator geführt, welcher die abgeschälte, feuchte Holzfaser ausbläst, passirt dann einen zweiten Schälgang und einen zweiten Aspirator, um schließlich zum Wiederaustrocknen noch längere Zeit einem kräftigen Luftstrom ausgesetzt zu werden. Das so gereinigte und geschälte Korn wird gemahlen.

Nach den Angaben des Erfinders besitzen seine Schälmaschinen eine sehr große Leistungsfähigkeit; beispielsweise soll eine Anlage mit vier derselben binnen 24 Stunden 3200 Centner Roggen schälen können.

Das in Rede stehende Verfahren ist von mehreren Seiten in anerkennendster Weise besprochen worden. Wie sich aus den von dem Erfinder mitgetheilten Schriftstücken ergiebt, hat König auf Grund von Analysen nachgewiesen, „daß in Folge des Schälens der geschälte Roggen bezw. das Brot daraus weniger Holzfaser enthält, als der ungeschälte Roggen bezw. das Brot daraus, und zwar ohne daß durch das Schälen die Proteïnschicht des Kornes ꝛc. angegriffen bezw. mit abgetrennt ist. Die abgetrennten Schalen enthalten weniger Proteïnstoffe, als das Korn und bestehen fast ausschließlich

[1]) Dinglers polytechn. Journal, 170. S. 317.

[2]) Kick, a. a. O.

aus dessen verholzter Masse.“ Hierin erblickt König einen entschiedenen Fortschritt im Gegensatz zu den bisherigen Verfahren, nach welchen entweder das ganze schalenhaltige Korn verwendet oder mit dem Ausbeuteln der Schale (Kleie) ein großer Theil der Proteïnstoffe entfernt wird. Ein anderer Vorzug liegt nach unserem Gewährsmann darin, daß mit der äußeren Schalenschicht gleichzeitig äußerlich aufliegende Schmutztheilchen und Pilzkeime aller Art entfernt werden, welche nach dem alten Verfahren mit ins Mehl oder Brot gelangen. Die von König[1]) mitgetheilten Analysen gaben bezüglich des Brotes aus ungeschältem und geschältem Roggen folgende Mittelwerthe. Es enthielt in 100 Theilen der Trockensubstanz:

	Proteïn	Fett	stickstofffreie Extraktstoffe	Holzfaser	Asche
1. Brot aus geschältem Roggen .	13,01	1,42	81,49	1,76	2,21
2. Brot aus ungeschältem Roggen	12,49	1,36	81,60	2,29	2,21
3. Schälabfall (Flugkleie) . .	10,27	2,62	62,55	19,05	5,51

Uhlhorn führt ferner noch das Urtheil von Stutzer an, der sich auf Grund der von ihm gemachten Analysen gleichfalls zu Gunsten des betreffenden Schälverfahrens ausspricht, und meint, es lasse sich aus geschältem Roggen ein viel besseres, gesunderes und leichter verdauliches Schwarzbrot herstellen, wie aus ungeschältem.

Nicht minder sind die Vorzüge des Uhlhorn'schen Verfahrens von Heinrich Wicke in seiner Abhandlung „Ueber die Dekortikation des Getreides und ihre hygienische Bedeutung“[2]) anerkannt worden.

Aus Wickes Versuchen, die in Rubners Laboratorium ausgeführt sind, stellt sich die Thatsache heraus, daß derjenige, der nicht dekorticirtes Getreide bezw. Brot genießt, nicht allein die 5 % Kleienabfall und Schalen, die er mehr genießt, als Jemand der Brot mit entschältem Korn aufnimmt, vollkommen unverdaut aus dem Darmkanal ausstößt, sondern daß er sich auch noch weiter dadurch schädigt, daß die mitgenossenen spitzen und unverdaulichen Hülsen zudem die Resorption der sonst resorbirbaren Nahrungsstoffe, Eiweiß und Stärke, verhindern.

Auf Grund dieser Versuche, deren interessante Einzelheiten der oben angezogenen Abhandlung zu entnehmen sind, erklärt Wicke die Dekortikation für eine hygienisch bedeutsame Maßregel, indem sie schlechte, unappetitliche Bestandtheile des Getreides, unter Umständen Pilzkeime, entfernt und deren schädlichen Einfluß abwendet; dies fällt aber ganz bedeutend ins Gewicht, wenn die Zahlen von Uhlhorn richtig sind. Derselbe berechnet nämlich, daß allein in Rheinland und Westfalen mit dem gewöhnlichen Schwarzbrot jährlich 250 000 Centner schmutziger Holzfaser genossen werden.

Wicke hält die Dekortikation aber auch noch weiter für gesundheitlich von Vortheil, da sie die überflüssige Anhäufung des Darmes mit dem Ballast der Cellulose verhütet, den massigen und zu häufig erfolgenden Defäkationen sowie event. Gährungsstörungen und sonstigen unangenehmen Empfindungen vorbeugt.

[1]) Die Brotfrage ꝛc. S. 189.

[2]) Archiv f. Hygiene 11 S. 334 ff. cf. auch ebenda 18 S. 122.

Vor Allem hält Wicke sie aber für eine in nationalökonomischer Hinsicht unbedingt nothwendige Reform, da sie eine bessere Ausnutzung des Getreides gestatte und einen Gewinn darstelle, der nicht zu unterschätzen sei.

Aus den Prospekten Uhlhorn's wird ersichtlich, daß die Abtheilung des Innern der Königl. Preußischen Regierung zu Düsseldorf unter dem 26. Januar 1889 Veranlassung genommen hat, auf das in Rede stehende Verfahren in empfehlender Weise aufmerksam zu machen. Ob diese Bekanntmachung oder die sonstigen Bemühungen des Erfinders, sein Verfahren in die Praxis einzuführen, von Erfolg begleitet waren, entzieht sich der Kenntniß des Schreibers dieser Zeilen.

Denselben Zweck wie das vorgenannte Verfahren sucht Stephan Steinmetz in Leipzig-Gohlis mit Hülfe einer anderen von ihm ersonnenen Maschine zu erreichen. Der Weizen oder Roggen wird so wie bisher durch Sieb, Magnet-Trieur von allen losen Beimengungen befreit, um dann sofort enthülst zu werden. Dazu wird das Getreide in eine selbstthätige Benetzungsvorrichtung geleitet, welche den Zufluß des Wassers genau nach der durchlaufenen Menge Getreides regelt. Sodann geht die angenetzte Frucht durch die Misch- oder Schwemmschnecke zur Enthülsungsmaschine. In dieser werden die äußeren Hüllen des Kornes, die Holzfaser, gelöst und dann das Korn selbst mit eigenthümlich angeordneten Bürsten polirt, um endlich durch starke Luftströmungen getrocknet zu werden, und zwar in einer solchen Weise, daß es bei seinem Austritt aus der Maschine ohne Weiteres vermahlen werden kann. Die losgelösten Hülsen werden von einem Sauglüfter sofort entfernt.

Der Erfinder gab den Besuchern der Ausstellung für das Rothe Kreuz, Volksernährung, Armeebedarf 2c., welche vom 4. bis 12. Februar 1892 in Leipzig stattfand, Gelegenheit, sein Verfahren in Augenschein zu nehmen. In einem Vortrage,[1]) welchen der Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Hoffmann in Leipzig am 21. März 1892 in der gemeinnützigen Gesellschaft daselbst gehalten hat, zollt derselbe dem genannten Verfahren sehr große Anerkennung. Das Verfahren schließe eine völlige Reinigung in sich und ergäbe je nach Anspruch eine um 13—25 % höhere Ausbeute. Es sei zu wünschen, daß es sich bald allenthalben einbürgere und dem Volke zu Gute komme. Inwieweit dies thatsächlich der Fall sein wird, muß den Erfahrungen der Zukunft vorbehalten bleiben.

Dritte Gruppe.

Beschränkung des Verbrauches der Cerealien zu den ausschließlichen Zwecken der Brotbereitung.

Wir werden durch die Statistik auf einen anderen Weg geführt, den wir, allerdings wohl nur im äußersten Nothfall betreten könnten, um den Bedarf an Brotgetreide mit den Hülfsquellen unseres eigenen Vaterlandes zu decken. Nach Waage[2])

[1]) Deutscher Müller Nr. 15 vom 9. April 1892 S. 116.

[2]) Pharmaz. Centralhalle 1891 S. 686.

schätzt man in Preußen den Gesammtkonsum an Brotgetreide pro Kopf der Bevölkerung im Jahre auf 2,5 hl. Die Produktion beträgt aber pro Kopf jährlich 6 hl, und hieraus ergiebt sich, wie beträchtliche Mengen Getreide zu anderen Zwecken als zum Brotbacken verarbeitet werden.

Das nimmt uns nicht Wunder, wenn wir unser Augenmerk auf die einheimische Kornbranntweinbrennerei, Weizenstärkefabrikation, Bierbrauerei und andere Gewerbe, mit Ausnahme des Bäckereigewerbes, richten, welche in der Verwendung von Cerealien die Grundlage ihres Betriebes besitzen. Gewiß würden für den Fall, daß unsere einheimische Bevölkerung Mangel an Brot hätte, die maßgebenden Behörden nicht zögern, diese Betriebe zeitlich einzuschränken oder gar zu schließen um so den Bäckern mehr Getreide zuzuführen. Sie würden sich dabei im Hinblick auf solche Maßregeln, welche einen kaum noch zu überwindenden Nothstand zur Vorbedingung haben, der Anerkennung aller Einsichtigen sicher erfreuen. Wir wollen hoffen, daß solche Verhältnisse unserem Vaterlande für immer erspart bleiben.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

(Vorstand: Geh. Reg.-Rath Professor Dr. Sell.)

16. Ueber Fettbestimmung in verschiedenen Mehlsorten und den hieraus gebackenen Broten.

Von

Dr. E. Polenske,

Technischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die quantitative Bestimmung des Rohfettes in Vegetabilien wird gewöhnlich mittelst des Soxhlettschen Extractionsapparates ausgeführt. Die pulverisirten, getrockneten Substanzen werden mit einem indifferenten Vertheilungsmittel, Gips, Sand und dergl. gemischt und mit wasserfreiem Aether extrahirt. Hierbei findet man, daß sich die Hauptmenge des Fettes bald löst, während der Rest desselben eine stundenlange Fortsetzung der Operation in Anspruch nimmt. In manchen Fällen erscheint eine vollständige Extraction unmöglich; dies liegt theilweise daran, daß der Aether Wasser anzieht und so neben dem Fett andere Substanzen in Lösung bringt. Man wird in solchen Fällen die Extraction als beendet ansehen, wenn durch eine einstündige Nachextraction, beispielsweise bei 0,1 g Gesammtfett nicht mehr als ungefähr 0,001 g Extract erzielt wird, welches nach dem Trocknen in wasserfreiem Aether nur theilweise löslich ist.

Die verschiedenen Mehlsorten erfordern bis zu diesem Punkte eine Zeitdauer von ungefähr 4 bis 6 Stunden. Wenn Wiederholungen das erste Resultat bestätigen, so giebt die gefundene Zahl des in einer kleinen Menge wasserfreien Aethers gelösten, filtrirten und bis zum konstanten Gewicht getrockneten Extractes den Fettgehalt der Substanz an.

Auf diese Weise wurde in einer Reihe verschiedener Mehlsorten das Fett bestimmt; bei den hiermit gebackenen Broten konnte jedoch in keinem Falle die berechnete Fettmenge, sondern meist nur ein kleiner Prozentsatz derselben erhalten werden. Ein noch-

maliges Pulverisiren des extrahirten Brotes ergab bei mehrstündiger Nachextraction eben nur noch Spuren von Fett, so daß man zu der Ansicht gelangen mußte, daß entweder eine vollständige Erschöpfung des Fettes auf diesem Wege unausführbar, oder ein bedeutender Antheil desselben durch die Brotbereitung zerstört worden sei.

Professor J. König[1]) äußert sich dahin, daß das Fett bei der Brotbereitung keine nennenswerthe Veränderung erleide; andererseits findet man in seinem Werke über die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel S. 420—422 den Fettgehalt des Weizen- und Roggenbrotes mehrfach so niedrig verzeichnet, daß derselbe mit demjenigen der Mehle in keinem richtigen Verhältnisse steht. Mit diesem Gegenstande beschäftigt, las Berichterstatter kürzlich eine Arbeit von Mats Weibull[2]) „Ueber die Fettbestimmung im Brote"; derselbe zeigte, daß im Brotpulver die Fetttheile von Dextrin und Stärke derart eingeschlossen sind, daß sie sich der Einwirkung des Aethers entziehen. Nachdem Weibull die Stärke invertirt hatte, wurde von ihm in der mit Marmorpulverzusatz eingetrockneten Masse die aus dem Rohmaterial berechnete Fettmenge erhalten.

Die Weibullsche Vorschrift lautet wörtlich wie folgt:

„Man übergießt 1 bis 3 g gepulvertes Brot in einem kleinen Becher mit 15 bis 30 ccm Wasser, wozu 10 Tropfen verdünnte Schwefelsäure gesetzt sind. Die Flüssigkeit wird nachher wenigstens eine Stunde gekocht, während mit einem Glasstabe umgerührt wird; man neutralisirt allmählich und vollständig mit Marmorpulver und breitet die dickflüssige Masse wie bei der Milchfettbestimmung auf Papier aus, welches man in einem Trockenschrank an Metalldrähten hängen hat. Mit Hülfe von etwas entfetteter Baumwolle kann man allen Rückstand von dem Becher entfernen; das Papier mit der Brotmasse und Baumwolle ist nach Erhitzen bis 100° während zwei bis drei Stunden vollkommen wasserfrei und kann jetzt in einen gewöhnlichen Extractionsapparat (in welchem sich eine Unterlage von Baumwolle befindet) eingeführt und mit wasserfreiem Aether extrahirt werden. Wenn ein geräumiger Extractionsapparat verwendet wird, kann in dieser Weise alles Fett in 8 Stunden vollständig ausgezogen werden. Benutzt man gewöhnlichen Aether, so geht allmählich etwas Traubenzucker in die Lösung und konstantes Gewicht kann nicht erreicht werden."

Aus einem aus Roggenmehl und Milch gebackenen Brote, dessen Fettgehalt zu 1,47 % berechnet wurde, erhielt Weibull in drei nach obiger Vorschrift ausgeführten Analysen 1,49—1,47—1,43 % Fett, welches in kleinen Mengen wasserfreien Aethers löslich war.

Die im Kaiserl. Gesundheitsamt nach dieser Vorschrift ausgeführten Analysen ergaben keineswegs so günstige Resultate. Die Ursache hiervon mag darin liegen, daß hier die Spielräume, welche die Vorschrift zuläßt, nicht in dem Sinne ausgenützt wurden, wie sie von Weibull gedacht sind.

Bei unseren Versuchen wurde folgendermaßen verfahren:

3 g Brotpulver und 30 ccm Wasser, welchem 10 Tropfen verd. Schwefelsäure zugesetzt waren, wurden in einem 100 ccm fassenden Becherglase auf dem Drahtnetze

---

[1]) Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel von J. König II S. 418.

[2]) Zeitschrift für angew. Chemie 1892 S. 450.

durch eine kleine Flamme im Sieden erhalten. Da anfangs ein Anbrennen der Masse ausgeschlossen war, so wurde dieselbe nicht fortwährend, sondern in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten mit einem Glasstabe gerührt. Das Sieden verlief in der Weise, daß nach Verlauf von 30 Minuten der Becherinhalt bis auf 1/3 seines ursprünglichen Volumens eingekocht war. Um bei fortgesetztem Kochen ein Spritzen zu vermeiden, wozu sich eine Neigung einstellte, fand in Zwischenräumen von 15 Minuten 2 Mal ein Zusatz von je 8 ccm warmem Wasser statt; erst hierdurch konnte die Masse, welche die letzten 10 Minuten beständig gerührt wurde, 65 Minuten hindurch im Sieden erhalten werden. Der noch warme Inhalt des Becherglases, 10 g wiegend, wurde nach vorsichtiger Neutralisation im Ganzen mit 5 g Marmorpulver verrührt und die hierdurch entstandene dickflüssige Masse auf eine doppelte Lage entfettetes Filtrirpapier ausgebreitet. Die Papierfläche betrug 144 qcm, wovon etwa 100 qcm durch die Masse bedeckt waren. Mit Einschluß der zum Säubern des Bechers und Glasstabes benutzten, vorher entfetteten Watte wurde das Ganze an Metalldrähten hängend bei 100° drei Stunden lang getrocknet. Hierauf wurde bei Versuch I die trockene Substanz zusammengerollt, bei II und III in Streifen zerschnitten, in den Extractionsapparat, in welchem sich eine Unterlage entfetteter Baumwolle befand, eingeführt, wodurch derselbe fast bis zur Heberhöhe lose gefüllt war; dieser Raum entsprach 60 ccm Inhalt. Zur Extraction diente wasserfreier Aether.

Nach 6stündiger Extractionszeit trat eine 18stündige Pause ein; die Masse befand sich diese Zeit hindurch im Aether, während das Kühlrohr nach dem Erkalten des Apparates geschlossen worden war. Drei Versuche mit je 3 g eines Brotpulvers von 1,22 g berechnetem Fettgehalt ergaben hierbei folgende, vom Aether gelöste Extractmengen:

Versuch	1. Extraction		2. Extraction		3. Extraction		Gefundene	Berechnete
	Stunden	g	Stunden	g	Stunden	g	Prozente	
I	3	0,0145	3	0,0008	3	0,0007	0,533	1,22
II	3	0,0129	3	0,0006	3	0,0020	0,516	1,22
III	3	0,0168	3	0,0035	10	0,0030	0,777	1,22

Dr. Rasenack fand in drei Proben, von denen IV und V doppelt ausgeführt wurden, folgenden Prozentgehalt:

IVa	6						1,318	2,384
IVb	6						1,509	2,384
Va	6						0,435	1,080
Vb	6						0,462	1,080
VI	10						1,368	4,070

Bei dem Versuche IVb war die trockene, vom Papier losgetrennte Masse mit einer größeren Menge Marmorpulver verrieben worden.

Diese Versuche zeigen, daß nach Weibull's Vorschrift, wie wir dieselbe auffaßten, genügende Resultate nicht erzielt wurden. Dieser Umstand bedarf einer Aufklärung,

zumal die von Weibull gefundenen Zahlen mit denen der berechneten Fettmenge so gut übereinstimmen.

Nach der später beschriebenen Ausschüttelungsmethode konnten aus dem Rückstande von I noch 0,70 % Fett gewonnen werden, sodaß fast genau die berechnete Menge desselben erzielt wurde.

Obgleich Weibull richtig erkannte, daß sämmtliches Fett im Brotpulver durch Aether nicht direkt extrahirbar ist, so erscheint es zweifelhaft, nach der von ihm angegebenen Methode zum Ziele zu gelangen, weil die Gefahr nahe liegt, daß während des Trocknens wieder ein Theil des Fettes von dem nunmehr entstandenen Traubenzucker eingeschlossen wird. Eine Extraction auf diesem Wege, welche in 6—8 Stunden nicht zum Ziele führt, ist praktisch kaum anwendbar. Auch eine mehr als 8stündige Extractionszeit bietet keine Sicherheit dafür, daß sämmtliches Fett der Substanz entzogen worden ist, da in den meisten Fällen die Fettmenge des zu untersuchenden Brotes vorher nicht berechnet werden kann, weil das zum Backen benutzte Mehl nicht zur Hand ist.

Ferner ist die Menge von 1—1,5 g Brotpulver, welche die Vorschrift zuläßt, bei dem geringen Fettgehalt fast zu klein bemessen.

Diese Umstände gaben dazu Veranlassung, die Extraction der getrockneten Substanz ganz aufzugeben und den Weg der Ausschüttelung der noch flüssigen Masse einzuschlagen. Als Ausschüttelungsflüssigkeiten dienten mit Wasser geschütteltes, resp. damit gesättigtes, keinen Rückstand hinterlassendes Chloroform und Aether. Vom Petroleumäther mußte aus später zu erörternden Gründen Abstand genommen werden.

Die Vorversuche bezweckten, festzustellen,

1. ob das Chloroform resp. der Aether aus einer wässerigen, invertirten Brotflüssigkeit außer dem Fett noch andere Substanzen, z. B. Traubenzucker in wägbarer Menge aufnehmen und
2. ob das Fett so vollständig von diesen beiden Flüssigkeiten aufgenommen wird, daß der Trockenrückstand eines Antheils derselben dazu berechtigt, die Fettmenge der Substanz daraus zu berechnen.

Nachdem zunächst ermittelt worden war, daß der invertirten Brotflüssigkeit, gegenüber der einfachen wässerigen Aufweichung des Brotpulvers, der Vorzug eingeräumt werden mußte, weil erstere eine schnellere Trennung der Lösungsflüssigkeiten gestattete, wurden beide Fragen zu Gunsten der Ausschüttelungsmethode durch folgende Versuche beantwortet:

In einer 200 ccm fassenden Flasche mit gut schließendem Glasstopfen wurden 10 g Brotpulver mit 50 ccm Wasser, welchem 1 ccm Salzsäure vom spez. Gew. 1,124 zugesetzt worden war, übergossen, gemischt und durch $1^1/_2$stündiges Einstellen des mit dem Stopfen lose geschlossenen Gefäßes in lebhaft kochendes Wasser die Inversion der Stärke herbeigeführt. Hierbei war es zweckmäßig, nach Verlauf einer Stunde, durch leichtes Schwenken der Flasche deren Inhalt, nochmals zu mischen. Die noch heiße Flüssigkeit wurde zum Abstumpfen der Säure vorsichtig mit circa 1 g pulverisirtem Marmor versetzt und nach dem Erkalten mit Hülfe von 10 ccm Waschwasser in einen

Scheidetrichter von etwa 200 ccm Rauminhalt übertragen. Nach Zusatz von 50 ccm Chloroform[1]) fand ein 10 Minuten lang andauerndes, kräftiges Durchschütteln des Gemisches statt; das Schütteln wurde nach Verlauf von ½ Stunde 5 Minuten hindurch wiederholt. Aus der schlammigen Flüssigkeit schied sich nach einigen Stunden das Chloroform theilweise ab; durch centrifugale Drehungen des Scheidetrichters konnte die Menge des Chloroforms auf ungefähr ¾ des Zusatzes vermehrt werden. Das anfangs trübe Chloroform klärte sich, sodaß es nach etwa 3 Stunden durch ein kleines Filter von 5 cm Durchmesser in ein Wägegläschen abgelassen werden konnte. Nachdem diese Ausschüttelungen von nunmehr 1 Minute Zeitdauer noch 7 Mal mit je 50 ccm Chloroform wiederholt worden waren, wobei jedes Mal annähernd das zugesetzte Quantum abgelassen werden konnte, war der wässerigen Flüssigkeit das Fett vollständig entzogen. Die Extractrückstände der späteren Ausschüttelungen bestanden aus einem kaum wägbaren, weißen Belage.

Die Aetherausschüttelungen konnten direkt in der Flasche, in welcher die Inversion standfand, mit je 70 g Aether ausgeführt werden. Der abgegossene Aether wurde filtrirt; er schied sich in vielen Fällen schneller und vollständiger ab, als das Chloroform.

Nachstehend sind die gefundenen Gewichtsmengen des Trockenrückstandes dieser Ausschüttelungen, von denen I, II, III mit Chloroform, IV, V, VI mit Aether ausgeführt wurden, zusammengestellt; außerdem enthält diese Tabelle den in wasserfreiem Aether löslichen Theil des Rohfettes.

Nr. der Ausschüttelungen	Chloroform			Aether		
	I	II	III	IV	V	VI
1—5	0,1205	0,1204	0,1219	0,1263	0,1250	0,1242
6	0,0035	0,0050	0,0020	0,0030	0,0040	0,0057
7	0,0018	0,0020	0,0015	0,0027	0,0023	0,0027
8	0,0010	0,0008	0,0007	0,0024	0,0022	0,0023
9	0,0008	0,0008	0,0006	0,0022	0,0018	0,0022
10	0,0005	0,0005	0,0006	0,0016	0,0020	0,0020
11	0,0006	0,0005	0,0005	0,0019	0,0018	0,0020
Rohfett	0,1287	0,1300	0,12770	0,1405	0,1426	0,1410
Löslich in wasserfreiem Aether	0,1240	0,1215	0,121	0,1300	0,131	0,127

Nachdem diese Zahlen gezeigt hatten, daß sich das Fett trotz der schlammigen Flüssigkeit, wenn auch mühsam, so doch vollkommen auf diesem Wege entfernen ließ, und daß außer dem Fett kaum nennenswerthe Mengen anderer Substanzen in Lösung gingen, war noch experimentell zu entscheiden, ob das gesammte Fett während der ersten Ausschüttelung von dem Chloroform resp. Aether aufgenommen wird. Erst nach Bestätigung dieser Voraussetzung konnte diese Methode einen praktischen Werth gewinnen.

[1]) Mit dem Chloroform wurde vorher stets die Flasche, in welcher die Inversion stattfand, ausgeschüttelt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wurden die invertirten Brotflüssigkeiten mit je 50 ccm Chloroform direkt in der Flasche, die zum Invertiren diente, in der oben beschriebenen Weise 15 Minuten hindurch ausgeschüttelt. Am nächsten Morgen schied sich in zahlreichen Versuchen mit wenigen Ausnahmen nach leichtem Schwenken der Flasche soviel klares Chloroform ab, daß mittelst einer Pipette 20—25 ccm desselben entnommen werden konnten. Die bei der Einführung bis zur Chloroformschicht durch Einblasen eines Luftstromes vor dem Eindringen der wässerigen Flüssigkeit geschützte Pipette wurde mit dem Chorofom bis über die Marke hinaus vollgesogen, dann geschlossen aus der Flasche entfernt, schnell von dem außen anhaftenden Wasser und Schlamm befreit, hierauf bis zur Marke eingestellt und durch ein mit Chloroform befeuchtetes Filter von 5 cm Durchmesser in ein Wägegläschen entleert; das Filter wurde mit Chloroform nachgewaschen. Die Temperatur des Chloroforms war bei der Füllung und Entnahme die gleiche.

Es erschien wünschenswerth, in diesem Falle das Chloroform erst am nächsten Morgen der Flasche zu entnehmen, weil alsdann das stets klare Filtrat einen Fettrückstand hinterließ, der mit wenigen Ausnahmen in wasserfreiem Aether löslich war.

Bei Anwendung von Aether wurden zu der invertirten Flüssigkeit auf einer guten Tarirwage 80 g desselben hinzugefügt und das Bruttogewicht der verschlossenen Flasche vermerkt. Nachdem am nächsten Morgen festgestellt worden war, daß kein Gewichtsverlust stattgefunden hatte, konnte von dem sich stets reichlich abgeschiedenen klaren Aether ein ansehnlicher Antheil (30—50 g) schnell in ein Wägegläschen abgegossen und durch Rückwägung der sofort geschlossenen Flasche das Gewicht desselben bestimmt werden. Der Fehler, welcher durch die Verdunstung des Aethers während des Abgießens entsteht, ist äußerst gering.

Bei Saubohnen-, Erdnuß- und Darimehl schied sich das Chloroform, bei Anwendung von 10 g Substanz, sehr langsam, oft erst nach 2 Tagen in genügender Menge ab; eine Menge von 5 g ist bei fettreichen Substanzen vollkommen ausreichend und entspricht dem Zwecke. Der Fettgehalt des Erbsenmehls konnte nur durch Aether allein ermittelt werden.

Mit Aether wurde fast durchgängig eine größere Ausbeute erzielt, die Differenz war indessen so gering, daß dem Chloroform des dadurch erhaltenen reineren Rohfettes wegen der Vorzug gebührt. Am unreinsten erwies sich das aus Hafer- und Darimehl erhaltene Rohfett.

Obgleich die Resultate der am Ende beigefügten Tabellen sämmtlich aus dem in wasserfreiem Aether löslichen Trockenrückstande eines Antheils des zum Ausschütteln benutzten Chloroforms resp. Aethers berechnet worden sind, werden nachstehend einige der direkt gefundenen Zahlen wiedergegeben:

(Hier folgt Tabelle auf Seite 684.)

Vorstehende, sowie die übrigen Zahlen der ansehnlichen Reihe von Analysen, welche die am Ende beigefügten Tabellen enthalten, zeigen, daß sich auf diesem Wege das Brotfett mit Sicherheit bestimmen läßt; sie zeigen ferner, daß nur ein geringer Theil des Fettes durch den Backprozeß verloren geht.

Bezeichnung der Substanz	Wassergehalt %	g Substanz invertirt	Chloroform gefüllt ccm	Chloroform entnommen ccm	Gefundenes Fett g	Gefundenes Fett im Mittel	Gefundenes Fett % in der wasserfr. Substanz	% bei in der wasserfr Substanz
1. Roggenmehl	12,06	10	50	25	0,0631 0,0620	0,0632	1,435	
2. Mehl von ausgewachsenem Roggen	11,00	10	50	25	0,0777 0,0771	0,0774	1,735	
3. Gerstenmehl	10,38	10	50	25	0,1760 0,1680	0,1720	3,840	
4. Erdnußmehl	7,77	5	50	20	0,1390 0,1370	0,1380	7,480	
5. Brotpulver aus dem Roggenmehl 1	10,00	10	50	25	0,0604 0,0616	0,0620	1,355	1,435
6. Brotpulver aus dem ausgewachsenen Roggenmehl 2	2,74	10	50	25	0,0785 0,0765	0,0770	1,580	1,735
7 Brotpulver aus 2/3 Roggenmehl und 1/3 Gerstenmehl	4,50	10	50	25	0,0890 0,0810	0,0865	1,812	2,230
8. Brotpulver aus 1/2 Roggenmehl und 1/2 Erdnußmehl	3,32	5	50	25	0,1090 0,1050	0,1070	4,12	4,140
Aether								
Mehl 1		10 10	80 g 80 "	48,4 g 50,8 "	0,0805 0,0840		1,511 1,500	
Brotpulver 5		10 10	80 " 80 "	47,4 " 48,5 "	0,0752 0,0750		1,410 1,380	1,505

Tabelle A.

Nr.	Bezeichnung des Rohmaterials.	Fettgehalt, gefunden mittels Chloroform %	Fettgehalt, gefunden mittels Aether %	Fettgehalt, gefunden mittels Extractionsapparat %	In Petroleumäther löslich %
1	Roggenmehl a	1,44	1,51	1,15	1,39
2	" b	1,40	1,48	1,02	1,29
3	" c	1,37	—	1,00	1,25
4	Roggenmehl aus ausgewachsenem Roggen	1,74	1,77	1,42	—
5	Weizenmehl	1,40	1,45	0,90	1,32
6	Weißes Maismehl aus entkeimtem amerikan. Mais	1,55	—	1,18	—
7	Weißer Maisgries aus entkeimtem amerikan. Mais	1,16	—	0,90	—
8	Gelber Maisgries (Donauländer)	2,13	—	1,63	—
9	Gelbes Maismehl, nicht entkeimt (Donauländer) .	4,56	4,53	4,07	3,8[illegible]
10	Kartoffelstärke	0,01	—	0,05	—
11	Hafermehl	9,40	9,55	7,65	9,00
12	Gerstenmehl	3,94	4,00	3,21	3,25
13	Erbsenmehl	—	2,09	1,90	1,87
14	Erdnußmehl	7,48	7,60	7,13	7,40
15	Saubohnenmehl	0,78	0,90	1,00	0,60
16	Buchweizenmehl	1,28	1,31	0,82	1,00
17	Darimehl	4,23	4,20	3,44	—
18	Rohe Kartoffeln mit Schale	0,21	—	0,14	—
19	Rohe Kartoffeln ohne Schale	0,18	—	0,20	—

Tabelle B.

Nr.	Bezeichnung des Brotes. Brot aus:	Fettgehalt gefunden %	Fettgehalt berechnet %
1	Roggenmehl a . . .	1,36	1,44
2	1/2 Roggenmehl a . . / 1/2 Weizenmehl . . .	1,24	1,42
3	1/2 Roggenmehl a . . / 1/2 w. Maismehl . .	1,34	1,49
4	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 w. Maismehl . .	1,40	1,47
5	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 w. Maismehl . .	1,38	1,46
6	1/2 Roggenmehl a . . / 1/2 w Maisgries . .	1,24	1,29
7	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 w. Maisgries . .	1,27	1,34
8	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 w. Maisgries . .	1,27	1,36
9	1/2 Roggenmehl a . . / 1/4 Weizenmehl . . . / 1/4 w. Maismehl . .	1,21	1,46
10	1/4 Roggenmehl a . . / 1/4 Weizenmehl . . . / 1/2 w. Maismehl . .	1,32	1,49
11	3/5 Roggenmehl, b . . / 2/5 gelb. Maismehl . nicht entk.. . . .	2,34	2,68
12	3/4 Roggenmehl, b . . / 1/4 gelb. Maismehl . nicht entk.. . . .	2,00	2,15
13	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 Hafermehl . . .	3,92	4,09
14	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 Hafermehl . . .	3,39	3,46
15	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 Gerstenmehl . . .	1,82	2,24
16	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 Gerstenmehl . . .	1,71	2,04
17	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 Erbsenmehl . . .	1,50	,65
18	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 Erbsenmehl . . .	1,43	1,60
19	2/3 Roggenmehl a . . / 1/3 Buchweizenmehl .	1,36	1,39
20	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 Buchweizenmehl .	1,21	1,40
21	Darimehl	4,20	4,23
22	1/2 Rogggenmehl b . / 1/2 Darimehl	2,32	2,52
23	2/3 Roggenmehl b . . / 1/3 Darimehl . . .	2,31	2,31
24	3/4 Roggenmehl b . . / 1/4 Darimehl . . .	2,01	2,11
25	1/2 Roggenmehl b . . / 1/2 Erdnußmehl . . .	4,42	4,44
26	2/3 Roggenmehl b . . / 1/3 Erdnußmehl . . .	3,38	3,42
27	3/4 Roggenmehl b . . / 1/4 Erdnußmehl . .	2,53	2,92
28	4/5 Roggenmehl c . . / 1/5 Saubohnenmehl .	1,32	1,26
29	Mehl aus ausgewachsenem Roggen . .	1,59	1,60
30	4/5 Roggenmehl a . . / 1/5 Stärke	1,17	1,16
31	3/4 Roggenmehl a . . / 1/4 rohe Kartoffeln . .	1,25	—
32	dasselbe mit Magermilchzusatz	1,30	—
33	dasselbe mit Vollmilchzusatz	1,96	—

Die zu dem Brote verwendeten Rohmaterialien waren im Extractionsapparat auf ihren Fettgehalt geprüft worden; als die gefundenen Werthe durch die Ausschüttelungsmethode kontrollirt wurden, stellten sich, wie die Schlußtabelle A zeigt, bei den stärkereicheren Mehlen in allen Fällen, in manchen sogar wesentliche Differenzen zu Gunsten der letzteren Methode heraus. Das weniger Stärke enthaltende Erdnußmehl ergab nach beiden Methoden genau die gleiche Menge Fett.

Der Petroleumäther, mit unter 60° liegendem Siedepunkte, wurde anfangs zur

Reinigung des Rohfettes herangezogen; hierbei zeigte es sich, daß stets ein braunes Harz ungelöst zurückblieb; da dasselbe in Chloroform und wasserfreiem Aether löslich war, so mußte von dieser Reinigungsmethode Abstand genommen werden. Die Schlußtabelle A enthält mehrere Zahlen des in Petroleumäther löslichen Fettgehalts.

Die Verharzung des Fettes findet theilweise während des Inversionsprozesses statt. Wurden 10 g fettfreie Stärke mit einem bekannten Zusatze des in Petroleumäther löslichen Theiles dieser Cerealienfette der Inversion unterworfen, so resultirte durch die Ausschüttelungsmethode mittelst Chloroform wohl die zugesetzte Menge Fett, jedoch schied sich bei seiner Lösung in Petroleumäther wieder etwas Harz ab.

Die verschiedenen Brotsorten wurden in größerem Maßstabe unter Aufsicht des Berichterstatters aus den in der Tabelle genannten Mehlsorten gebacken. Je ein in Scheiben zerschnittenes Brot diente zur Herstellung des Brotpulvers.

Tabelle A enthält den Fettgehalt der Rohmaterialien, wie er durch Ausschütteln mit Chloroform und Aether, sowie mittelst des Extractionsapparates gefunden wurde; außerdem sind in diese Tabelle noch die in Petroleumäther löslichen Prozente des durch Chloroform erhaltenen Fettes eingefügt worden.

Tabelle B enthält den durch Ausschütteln mit Chloroform gefundenen und den aus dem Rohmaterial berechneten Fettgehalt des Brotes. Die mittelst Aether gefundenen Zahlen konnten hier fortfallen, weil sich dieselben mit den durch Chloroform erhaltenen fast deckten.

In beiden Fällen bezieht sich der Prozentgehalt des Fettes auf die wasserfreie Substanz.

---

17. Chemische Untersuchung einiger, neuerdings im Handel vorkommender Konservirungsmittel für Fleisch und Fleischwaaren[1])

Von

Dr. E. Polenske,

Technischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Nr. XXXVI.

Geruchlose Meat Preserve-Flüssigkeit, von E. Dresel—Berlin.

Eine mit dieser Flüssigkeit gefüllte Rothweinflasche kostet 0,60 M.

Die klare, gelbe, schwach sauer reagierende Flüssigkeit hat ein spez. Gewicht von 1,228 bei 15° C.

Gebrauchsanweisung „Für frisch geschlachtete Thiere und zerlegtes Fleisch wird $^1/_2$ Flasche Meat Preserve mit 1 Eimer Wasser gemischt und mit dieser Flüssigkeit das Fleisch abgewaschen, oder das Letztere wird in Tücher eingeschlagen, welche mit der erwähnten Flüssigkeit getränkt sind, u. s. w.“

---

[1]) Vgl. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Band V. S. 364, VI. S. 119, VIII. S. 252.

1 Liter der Flüssigkeit enthält in wässriger Lösung:

22,00	Prozent	Natriumchlorid,	
ca. 0,15	„	Vanillin,	
73,50	„	Natriumsulfat,	auf wasserfreie Salze berechnet.
171,00	„	Natriumsulfit,	ein Gemisch von Natriumsulfit und Natriumbisulfit.
34,50	„	schweflige Säure	
3,00	„	Eisenchlorid.	

Nr. XXXVII.

Meat Preserve-Pulver, von E. Dresel—Berlin.

Eine, ca. 1 kg des Präparats enthaltende Flasche kostet 1,25 M. Das fest zusammengeballte Pulver besteht aus sehr stark zersetztem Natriumbisulfit; dasselbe enthielt 77 Prozent Natriumsulfat.

Ein Eßlöffel voll des Pulvers soll, in 1 Eimer Wasser gelöst, wie die vorher gehende Flüssigkeit Verwendung finden.

Nr. XXXVIII.

Konservirungs- (Pökel-) Salz, von E. Dresel—Berlin.

Ein Zeugbeutel, 2,5 kg Salz enthaltend, kostet 2,50 M. „Zur Anwendung mische man 1 kg Konservirungssalz mit 4 kg Kochsalz. Salpeterzusatz ist nicht erforderlich.“

Das in Wasser mit alkalischer Reaktion lösliche, weiße Salz enthielt:

80	Prozent	Natriumchlorid,
8	„	krystallisirtes Boraxpulver,
12	„	Kaliumnitrat.
100		

Nr. XXXIX.

Neuestes Fleischpreserve-Pulver von H. Schramm & Co.—Berlin.

Eine, ca. 1 kg des Präparats enthaltende Flasche kostet 1,25 M.

Dieses Pulver ist, wie Nr. XXXVII als ein stark zersetztes Natriumbisulfit anzusehen. Dasselbe enthielt:

43	Prozent	Natriumsulfat,
57	„	Natriumbisulfit.
100		

Nr. XL.

Pulverisirtes Eiweiß, von H. Schramm — Berlin.

„Anerkannt bestes Bindemittel für Wurstwaaren.“ 1 kg des gelblich weißen Pulvers, welches sich in einem Zeugbeutel befindet, kostet 5 M.

Dieses Pulver ist als ein unreines Eiweiß anzusehen; dasselbe enthielt:

73,6	Prozent	Eiweiß,
8,0	„	stickstofffreie organisch. Substanz,

13,0 Prozent Wasser,
5,0 „ Asche.

Die Asche bestand zur Hälfte aus Natriumchlorid; die andere Hälfte waren kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Kali- und Natronsalze.

Nr. XLI.

Chromosot, von E. Dresel, Berlin.

„Zur Erhaltung der Wurstfarbe für Schlackwurst, nicht für Kochwurst, man setze für 5 kg Wurst 20 g vor dem Feinwiegen hinzu."

Die Flasche enthält ca. 20 g eines röthlichen Pulvers. Die anfangs röthliche Farbe des Pulvers war nach Verlauf mehrerer Monate stark verblaßt, dasselbe löste sich im Wasser beim Erwärmen vollständig. Die bräunliche Lösung besaß eine stark alkalische Reaktion und färbte sich beim Uebersättigen mit Salzsäure röthlich; hierbei fand die Entwickelung von schwefliger Säure und Abscheidung von Eiweiß statt. Der nur eine geringe tingirende Kraft besitzende Farbstoff war organischer Natur und gehörte nicht zu den Theerfarben.

Das Vorhandensein desselben diente mehr zur Färbung des Präparats, als zur Röthung des Fleisches; das Letztere wird durch das Natriumsulfit, einem Bestandtheil des Salzes erzielt.

In demselben wurden gefunden:

22,50 Prozent	Natriumoxyd,	} =	90 Prozent eines Gemisches von Natriumsulfat und Natriumsulfit.
10,15 „	Schwefelsäure,		
13,80 „	schweflige Säure,		
43,60 „	Wasser,		
8,00 „	Eiweiß.		
98,05 Prozent.			

Der Rest bestand aus einer Spur Farbstoff, sowie geringer Mengen organischer Substanz Chlor, Kalkoxyd, Eisenoxyd und Thonerde; diese letzteren, ca. 2 Prozent betragenden Substanzen sind wohl als Verunreinigungen obiger Salze und des Eiweißes anzusehen.

Nr. XLII.

Preservesalz, mit welchem die der Pökellake entnommenen amerikanischen Schinken bestreut und verpackt werden.

Das von den Schinken abgeschabte und von geringen Mengen Fett befreite Salz bestand aus:

83,8 Prozent krystallisirtem Boraxpulver,
3,2 „ Natriumchlorid,
13,0 „ Feuchtigkeit.
Spuren Salpeter.

Die letzten 3 Substanzen, sowie das Fett hatte das verwendete Boraxpulver aus dem Schinken aufgenommen.

Saale vor Einmündung der Elbe				Elbe vor dem Zufluss der Saale				Elbe bei Frohse 4 km oberhalb der Entnahmestelle des Wasserwerkes — Linkes Ufer				Elbe bei Frohse — Rechtes Ufer				Ablauf von den Filtern			
1889		1891		1889		1891		1889		1891		1889		1891		1889		1891	
26/6	22/10	18/8	10/11	26/6	22/10	18/8	10/11	26/6	22/10	18/8	10/11	26/6	22/10	18/8	10/11	26/6	22/10	18/8	10/11

1300
1100
80
60
400
20
300
80
60
40
20
200
80
60
40
20
100
80
60
40
20
0

Chlor — Schwefelsäure — Kalk — Magnesia

Verlag von Julius Springer in Berlin

Kiessling, Ein dem Choleravibrio ähnlicher Kommabacillus.

Fig. 1.

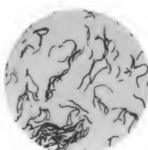


Fig. 2.

Fig. 3.

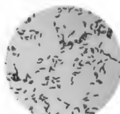


Fig. 4.

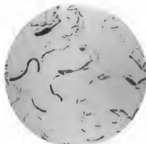


Fig. 5.

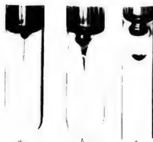


Fig. 6.

Fig. 1. Gelatinestichkultur, 48 Stunden alt, bei 21° C. gewachsen. Vergr. 1200 : 1.
Fig. 2. Agarkultur, 4 Tage alt, bei 37° C. gewachsen. Vergr. 1200 : 1.
Fig. 3. Klatschpräparat aus einer 24 Stunden alten, bei 21° C. gewachsenen Gelatineplatte. Vergr. 1200 : 1.
Fig. 4. Agarkultur, 48 Stunden alt, bei 21° C. gewachsen. Vergr. 1200 : 1.
Fig. 5. Bodensatz einer 8 Tage alten, bei 21° C. gewachsenen Bouillonkultur. Vergr. 1200 : 1.
Fig. 6. Gelatinestichkultur bei 21° C. gewachsen.
a) nach 3 Tagen.
b) „ 8 „
c) „ 11 „

Die Photogramme sind von dem Königl. preuss. Stabsarzt Herrn Dr. Kurth angefertigt worden.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Kurth, Bakteriologische Untersuchungen bei Maul- und Klauenseuche.

Seuche in der Provinz Brandenburg. Sommer 1892. Streptococcus involutus.

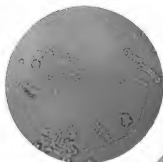


Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 5.

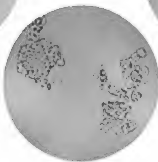


Fig. 6.

Fig. 1—3. Bodensatz einer 24stündigen Kultur in Hammelserum-Fleischbrühe (aa). Fig. 1 und 2 ungefärbt. Fig. 3 mit Methylenblau gefärbt, lässt an mehreren der dicken Zellen Theilungslinien in der Querrichtung erkennen. Fig. 1 Vergr. 1200×. Fig. 2 und 3 Vergr. 1000×.

Fig. 4. Bodensatz einer 2tägigen Kultur in Fleichbrühe, mit wässriger Gentianaviolettlösung gefärbt. Vergr. 1200×.

Fig. 5 und 6. Ketten mit undurchsichtiger Hülle aus der goldgelben Rahmschicht einer 3tägigen Kultur in flüssigem Kälberserum. Ungefärbt. Vergr. 1200×.

Photogramm 2 und 3 sind von Prof. Zettnow, 1 und 4–6 von H. Kurth angefertigt.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Kurth, Bakteriologische Untersuchungen bei Maul- und Klauenseuche.

Seuche in der Provinz Brandenburg. Sommer 1892. Streptococcus involutus.

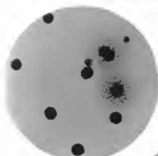


Fig. 7

Fig. 9

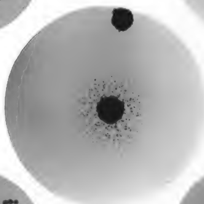


Fig. 8

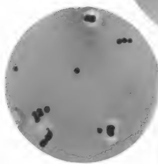


Fig. 10

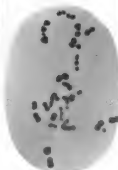


Fig. 11.

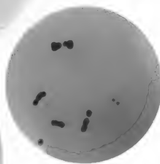


Fig. 12

Fig. 7. Mischkultur des Streptococcus involutus und der Impetigostreptokokken als Plattenaussaat in Kalberserum-Nahragar. Rechts 5 Körnerhofkolonien des ersteren, links 6 Kolonien der letzteren. Vergr. 75×.

Fig. 9. Reinkultur des Streptococcus involutus in Kalberserum-Nährагar. Plattenaussaat (Platte dunn besat). 2 Körnerhofkolonien in der mittleren Schicht des Nahrbodens. Vergr. 40×.

Fig. 8. Wie Fig. 9, aber dicht besäete Platte. Vergr. 125×.

Fig. 10—12. Dasselbe Präparat wie bei Fig. 3. Vergr. 2500×. Die ungefärbt gebliebenen Räume der Hüllen sind uberall deutlich.

Die Photogramme sind von H. Kurth angefertigt.

Kurth, Bakteriologische Untersuchungen bei Maul- und Klauenseuche.

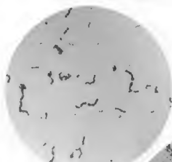


Fig. 13.

Fig. 15.

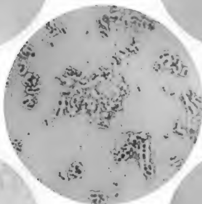


Fig. 14.

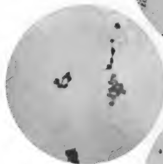


Fig. 16.

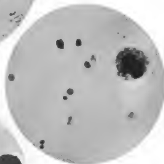


Fig. 18.

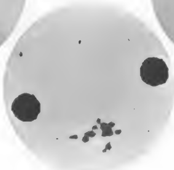


Fig. 17.

Fig. 13. Streptococcus involutus aus dem Maulgeschwür der Kuh aus Bayern gezüchtet. Bodensatz einer 2 Tage alten Bouillonkultur mit Gentianaviolet gefärbt. Sehr ungleichmässige Form der Zellen. Vergr. 1200×.

Fig. 14. Streptococcus involutus. Norddeutsche Kultur. Klatschpräparat einer Strichkultur auf Kälberserum-Agar, mit Löfflers starker Methylenblaulösung gefärbt. Die Grenzen der Hüllen sind sehr scharf ausgeprägt. Vergrösserung 1200×.

Fig. 15. Je eine Kolonie der bayerischen und der norddeutschen Kultur, 24 Stunden in Kälberserum-Agar bei 37° gezüchtet. Der Körnerhof der bayerischen Form ist nur schwach ausgeprägt. Vergr. 120×.

Fig. 16—18. Blutpräparate. Härtung in Alkohol-Aether. Färbung mit wässriger Gentianaviolettlösung. Ueberall die Blutplättchen dunkel gefärbt. (Fig. 16 Fall von Scharlach, Fig. 18 Masern und Croup, Fig. 17 Maul- und Klauenseuche bei einem Kalbe, sämmtlich auf der Höhe des Fiebers entnommen.)

Die Photogramme sind von H. Kurth angefertigt.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Kurth, Bakteriologische Untersuchungen bei Maul- und Klauenseuche.

Bösartige Seuche in Oberbayern. Herbst 1892. Micrococcus involutus tetragenus.

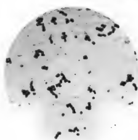


Fig. 19.

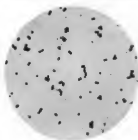


Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

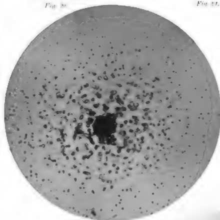


Fig. 24.

Fig. 23.

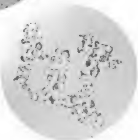


Fig. 25.

Fig. 19—21. Bodensatz einer 2tägigen Kultur in Fleischbrühe. Fig. 19 mit wässriger Gentianaviolettlösung, Fig. 20 und 21 mit Methylenblaulösung gefärbt. Fig. 19 und 20 Vergr. 1200×. Fig. 21 stellt die Mitte der Fig. 20 dar. Vergr. 2500×.

Fig. 22. Bodensatz einer 24stündigen Kultur in Schweineserum-Fleischbrühe (1:2). Vorsichtig aufgestrichen und mit wässriger Gentianaviolettlösung gefärbt. Vergr. 1200×.

Fig. 23 und 24. Je eine Körnerhofkolonie aus einer Plattenaussaat in Kalberserum-Nähragar. (Platte dicht besät). Fig. 23 Vergr. 125×. Fig. 24 Vergr. 250×.

Fig. 25. Ketten mit undurchsichtiger Hulle aus der goldgelben Rahmschichte einer 3tägigen Kultur in flüssigem Kalberserum. Ungefärbt. Vergr. 1200×.

Die Photogramme sind von H. Kurth angefertigt.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Serumbouillon

Moritz, Beobachtungen und Versuche, betreffend die Reblaus, Phylloxera vastatrix Pl. und deren Bekämpfung.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

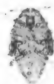


Fig. 4

Fig. 5.

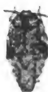


Fig. 6.

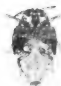


Fig. 7.

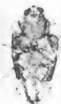


Fig. 8.

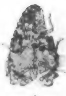


Fig. 9.

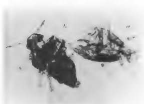
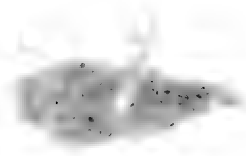


Fig. 10.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Moritz, Beobachtungen und Versuche, betreffend die Reblaus, Phylloxera vastatrix Pl., und deren Bekämpfung.

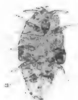


Fig. 1.

Fig. 3.

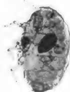


Fig. 2.

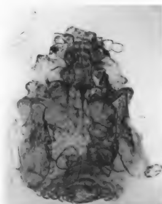


Fig. 4.

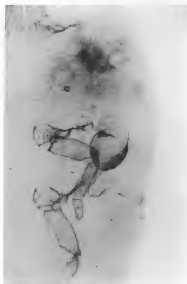


Fig. 5.

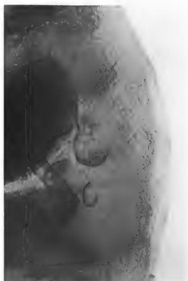
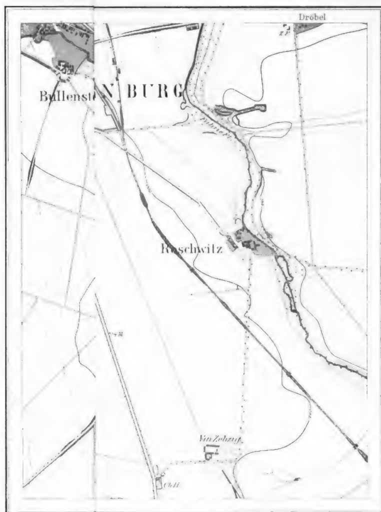


Fig. 6.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



…tieslagers.

Chlor
i 189:

gust

gend - 10
umpen:
n 100000
ung, 1
itung,

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06792 2685

Digitized by Google

Digitized by Google